

Tilburg University

Het leren van technische vaardigheden

Sanden, Johan van der

Publication date:
1986

[Link to publication in Tilburg University Research Portal](#)

Citation for published version (APA):

Sanden, J. V. D. (1986). *Het leren van technische vaardigheden: individuele verschillen bij het uitvoeren van praktijkopdrachten in het lager technisch onderwijs*. [Stichting voor Onderzoek van het Onderwijs].

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Take down policy


If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

*Individuele verschillen bij het
uitvoeren van praktijkopdrachten in
het lager technisch onderwijs*

Johan van der Sanden

SVO

**selecta
reeks**



KATHOLIEKE
UNIVERSITEIT
BRABANT

POSTBUS 90153
5000 LE TILBURG

BIBLIOTHEEK

Dit werk terug te bezorgen uiterlijk op:	
<p>01 DEC. 1987</p> <p><i>01 feb 1988</i></p> <p>10 OKT. 1990</p> <p>9 NOV. 1990</p>	

BEPALING UIT HET REGLEMENT

Een werk, dat iemand in bruikleen heeft, mag door hem in geen geval worden uitgeleend.

ISBN 90-6472-098-3

© Stichting voor Onderzoek van het Onderwijs S.V.O. 's-Gravenhage 1986

No part of this book may be reproduced in any form: by print, photoprint, microfilm, or any other means without written permission of the Foundation.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotocopie, microfilm of op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de Stichting.

HET LEREN VAN TECHNISCHE VAARDIGHEDEN

Individuele verschillen bij het uitvoeren van praktijkopdrachten in het lager technisch onderwijs

Johan van der Sanden

Katholieke Universiteit Brabant	
Bandnummer	902704
Signatuur	200 E 22

377.3 : 371.02

04.3 : 377.3

377.3 : 371.388

371.388 : 159.946

SVO

HET LEREN VAN TECHNISCHE VAARDIGHEDEN

Individuele verschillen bij het uitvoeren van
praktijkopdrachten in het lager technisch onderwijs

HET LEREN VAN TECHNISCHE VAARDIGHEDEN

Individuele verschillen bij het uitvoeren van
praktijkopdrachten in het lager technisch
onderwijs

PROEFSCHRIFT

ter verkrijging van de graad van doctor
aan de Katholieke Universiteit Brabant,
op gezag van de rector magnificus,
prof. dr. R.A. de Moor,
in het openbaar te verdedigen
ten overstaan van
een door het college van decanen aangewezen
commissie in de aula van de Universiteit
op donderdag 4 december 1986 te 16.15 uur

door

Johannes Michiel Maria van der Sanden

geboren te Terheyden

Promotor: Prof. dr. L.F.W. de Klerk

Voor Willemien, Jitske, Mirte en Gijs

Dit boek is geschreven naar aanleiding van het onderzoek dat ik in de periode 1980-1984 heb uitgevoerd in de praktijkafdeling van de volgende scholen voor lager technisch onderwijs: de GTS te Bladel, de LTS 'Mgr. Bannenberg' te Boxtel, de RK LTS 'De Blauwe Kei' te Breda, de CTS te Dordrecht, de scholengemeenschap 'Floor Evers' te Eindhoven, de Tweede en Derde Technische School te Eindhoven, de RK TS 'St. Martinus' te Genneep, de Eerste LTS te Helmond, de RK TS te Horst, de LTS te Oosterhout, de RK LTS 'St. Willibrordus' te Oss, de GTS te Schijndel, de scholengemeenschap Leyendaal en de scholengemeenschap Quirijn te Tilburg, de RK LTS 'St. Eloy' te Uden, de Katholieke school voor techniek en ambacht 'Don Bosco' te Valkenswaard en de LTS te Waalwijk.

Te gast op de genoemde scholen, is mij telkens weer opgevallen hoezeer leerlingen in allerlei opzichten van elkaar verschillen en hoe moeilijk het is voor docenten om daar mee om te gaan.

Ik waardeer het zeer dat docenten, ondanks hun niet eenvoudige taak, steeds tijd en aandacht wisten vrij te maken voor het onderzoek. In de diverse onderzoeksrapporten van de afgelopen jaren en in persoonlijke contacten met de betrokken docenten is deze waardering naar voren gebracht. Het is echter goed daarvan op deze plaats nog eens blijk te geven en daarbij ook de directies en de leerlingen van de deelnemende scholen te betrekken.

Gedurende de jaren dat het onderzoek is uitgevoerd fungeerde de Katholieke Universiteit Brabant en met name de vakgroep Functieleer, Onderwijspsychologie en Ergonomie steeds als 'thuishaven'. Dit proefschrift is er met toewijding getypt door Riny Fijten-Burger; de tabellen zijn verzorgd door Arda van der Velden-Craane en de figuren zijn getekend door Ralph van Delft. Daarnaast heb ik veelvuldig gebruik gemaakt van de diensten van het

Rekencentrum en het Onderzoeksmiddenkader. Al die jaren vormde Rea Bergmans-Snels een vaak onmisbare schakel in het geheel.

Ik dank RobertJan Simons en Hans Lodewijks voor de kansen die ze me boden het vak van onderzoeker te leren en alle studenten die op diverse momenten een bijdrage hebben geleverd aan het onderzoek. Daarbij denk ik vooral aan Frank Goijarts, die betrokken was bij de uitvoering en opzet van het eerste onderzoek.

Twee mensen van de vakgroep verdienen een speciale vermelding. In de eerste plaats Len de Klerk, mijn promotor, zonder wiens steun en vertrouwen dit proefschrift waarschijnlijk niet tot stand zou zijn gekomen. Hij verstond de kunst om, in een sfeer van stimulerende vrijheid, op de juiste momenten voor de noodzakelijke sturing te zorgen. In de tweede plaats Tony Schouten met wie ik gedurende de looptijd van het project steeds nauw heb samengewerkt. Ik dank haar voor de onbevagen en kritische wijze waarop zij heeft meegewerkt aan het onderzoek.

Ook verschillende instellingen en personen van buiten de Katholieke Universiteit Brabant ben ik dank verschuldigd voor hun bijdrage aan het onderzoek. In dit verband noem ik als eerste de adviescommissie, waarin vertegenwoordigers participeerden van de Landelijke Pedagogische Centra, de Stichting voor de Leerplan Ontwikkeling, het Centraal Instituut voor Toets Ontwikkeling, de Inspectie VO/LTO, de Technische Universiteit Eindhoven en de Nieuwe Leraren Opleiding Eindhoven.

Verder noem ik de Stichting voor Onderzoek van het Onderwijs en de onderzoeksthema-groep Onderwijsleerprocessen, de vakgroep PPAD en de Centrale Technische Dienst van de Technische Universiteit Eindhoven, de Gewestelijke Arbeidsbureaus te Tilburg en Eindhoven en de onderzoeksassistenten die via hun bemiddeling zijn aangesteld.

Tot slot van dit voorwoord spreek ik de hoop uit dat de in dit boek gepresenteerde onderzoeksresultaten hun weg zullen vinden naar het technisch beroepsonderwijs. De Landelijke Pedagogische Centra en de Nieuwe Leraren Opleiding Eindhoven lijken mij daarbij belangrijke aanvoerroutes.

Aanwijzing voor de lezer

Alle bij de hoofdstukken 6 tot en met 10 behorende tabellen zijn opgenomen in bijlage 4.

INHOUD

Voorwoord	IX
Hoofdstuk 1. Het leren van technische vaardigheden	1
1.1. Inleiding	1
1.2. Praktijkopdrachten	2
1.3. Vraagstelling	3
1.4. De opbouw van deze studie	6
Hoofdstuk 2. Praktijkopdrachten: een nadere analyse	9
2.1. Inleiding	9
2.2. Praktijkopdrachten: doelstellingen	10
2.2.1. De indelingen van Gagné, De Block en Simpson	10
2.2.2. Conclusie	13
2.3. Praktijkopdrachten: taakkenmerken	13
2.3.1. Vorm- of structuurkenmerken	13
2.3.2. Conclusie	15
2.4. Praktijkopdrachten: het oplossen van technische problemen	16
2.4.1. Inleiding	16
2.4.2. Informatieverwerking bij het uitvoeren van psychomotorische taken	17
2.4.3. De handelingstheoretische benadering	20
2.4.4. Het oplossen van technische problemen	22
2.4.5. Conclusie	26
2.4.6. Enkele empirische processtudies	27
2.5. Samenvattend model	29
Hoofdstuk 3. Leerling en instructie	33
3.1. Inleiding	33
3.2. Leerlingkenmerken	33
3.3. Instructiekenmerken	38
Hoofdstuk 4. Interacties tussen leerling- en instructiekenmerken	43
4.1. Inleiding	43
4.2. Het ATI-paradigma	43
4.3. Relaties tussen leertaak-, leerling- en instructiekenmerken	46
4.4. ATI-onderzoek	48

4.5.	Conclusies en concretisering van de onderzoeksvraagstellingen	57
Hoofdstuk 5. Opzet van het onderzoek		63
5.1.	Onderzoekssituatie	63
5.2.	Onderzoeksmethode	64
5.3.	Dataverwerking	71
Hoofdstuk 6. Onderzoek 1		75
6.1.	Inleiding	75
6.2.	Methode	75
6.2.1.	Leerlingen	75
6.2.2.	Praktijkopdracht	76
6.2.3.	Produktmeting	76
6.2.4.	Leerlingkenmerken	76
6.2.5.	Instructies	77
6.2.6.	Opzet en procedure	77
6.2.7.	Verwerking van de gegevens	78
6.3.	Resultaten	78
6.3.1.	Descriptieve gegevens	78
6.3.2.	Hoofdeffect van de instructies	78
6.3.3.	Interacties	79
6.4.	Nabeschuwing	80
Hoofdstuk 7. Onderzoek 2		81
7.1.	Inleiding	81
7.2.	Methode	81
7.2.1.	Leerlingen	81
7.2.2.	Praktijkopdracht	82
7.2.3.	Produkt- en procesmeting	82
7.2.4.	Leerlingkenmerken	82
7.2.5.	Instructies	83
7.2.6.	Opzet en procedure	84
7.2.7.	Verwerking van de gegevens	84
7.3.	Resultaten	85
7.3.1.	Descriptieve gegevens	85
7.3.2.	Hoofdeffecten van de instructies	85
7.3.3.	Interacties	86
7.4.	Nabeschuwing	88
Hoofdstuk 8. Onderzoek 3		91
8.1.	Inleiding	91
8.2.	Methode	92
8.2.1.	Leerlingen	92
8.2.2.	Praktijkopdrachten	92

8.2.3.	Produkt- en procesmetingen	92
8.2.4.	Leerlingkenmerken	93
8.2.5.	Instructies	93
8.2.6.	Opzet en procedure	94
8.2.7.	Verwerking van de gegevens	97
8.3.	Resultaten	97
8.3.1.	Descriptieve gegevens	97
8.3.2.	Hoofdeffecten van de instructies	98
8.3.3.	Interacties	98
8.4.	Nabeschouwing	99
Hoofdstuk 9. Onderzoek 4		101
9.1.	Inleiding	101
9.2.	Methode	101
9.2.1.	Leerlingen	101
9.2.2.	Praktijkopdrachten	102
9.2.3.	Produkt- en procesmetingen	103
9.2.4.	Leerlingkenmerken	103
9.2.5.	Instructies	104
9.2.6.	Opzet en procedure	104
9.2.7.	Verwerking van de gegevens	105
9.3.	Resultaten	105
9.3.1.	Descriptieve gegevens	105
9.3.2.	Hoofdeffecten van de instructies	107
9.3.3.	Interacties	107
9.4.	Nabeschouwing	108
Hoofdstuk 10. Onderzoek 5		109
10.1.	Inleiding	109
10.2.	Methode	110
10.2.1.	Leerlingen	110
10.2.2.	Praktijkopdrachten	110
10.2.3.	Produkt- en procesmetingen	111
10.2.4.	Leerlingkenmerken	111
10.2.5.	Instructies	112
10.2.6.	Opzet en procedure	112
10.2.7.	Verwerking van de gegevens	114
10.3.	Resultaten	114
10.3.1.	Descriptieve gegevens	114
10.3.2.	Hoofdeffecten van de instructies	115
10.3.3.	Interacties	116
10.4.	Nabeschouwing	118
Hoofdstuk 11. Algemene discussie		121
11.1.	Inleiding	121

11.2.	Praktijkopdrachten: aanpakgedrag en resultaten	121
11.3.	Leerlingkenmerken	123
11.4.	Instructiekenmerken	125
11.5.	Interacties tussen instructie- en leerlingkenmerken	127
11.5.1.	Samenvatting en kanttekeningen	127
11.5.2.	Nadere beschouwing	130
11.6.	Conclusies en implicaties	133
Summary		140
Literatuur		145
Bijlage 1.	Betekenis van enkele gebruikte afkortingen en termen	157
Bijlage 2.	Werktekeningen soldeerbouthouder	159
Bijlage 3.	De heuristiek uit Onderzoek 5	161
Bijlage 4.	Tabellen	167

Hoofdstuk 1. HET LEREN VAN TECHNISCHE VAARDIGHEDEN

1.1. Inleiding

In verschillende schooltypen binnen het beroepsonderwijs vormt het leren van allerlei technische vaardigheden een belangrijk bestanddeel van het curriculum. De leerling dient een hoeveelheid bekwaamheden te verwerven die hem in staat stelt een verscheidenheid van technische of praktische taken uit te voeren. Het gaat hier om taak-situaties, waarbij zowel een beroep wordt gedaan op kennis en intellectuele vaardigheden als op motorische vaardigheden. De verhouding tussen de cognitieve en de motorische component, alsmede de aard en omvang van elk van deze componenten kunnen per taak verschillend zijn. Zo kan de ene taak een beroep doen op 'fijn-motorische' vaardigheden en de andere op 'groot-motorische' vaardigheden; de ene taak zal een simultane coördinatie van de handelingen vereisen, terwijl voor een andere taak een successieve coördinatie van de handelingen nodig is om het gestelde doel te bereiken. Kortom, technische vaardigheden kunnen in tal van opzichten van elkaar verschillen. In deze studie zal een aantal classificatieschema's en taxonomieën besproken worden die zijn bedoeld om enige ordening aan te brengen in deze verscheidenheid.

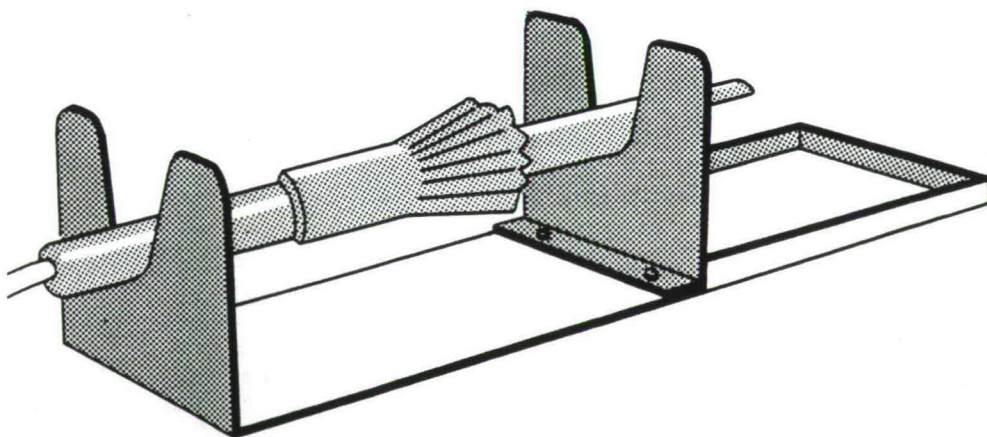
Vooruitlopend daarop wordt hier reeds een onderscheid gemaakt tussen het leren van elementaire motorische vaardigheden en het toepassen van deze vaardigheden bij het uitvoeren van complexe taken. In het eerste geval is er sprake van motorische vaardigheden die tot de kern van het curriculum van een bepaalde afdeling van een school voor beroepsonderwijs behoren. In dit boek wordt hiervoor de term **motorische basisvaardigheden** gebruikt. In het tweede geval gaat het veelal om taken die het karakter hebben van probleemoplossings-situaties.

De Klerk (1984) merkt in dit verband op: "Typerend voor de taken die betrekking hebben op praktische vaardig-

heden is dat de leerling geconfronteerd wordt met een of ander praktisch probleem waarvoor hij een oplossing moet vinden. De oplossing kan niet worden gevonden door een geautomatiseerde reeks van handelingen, maar door een combinatie van denken en doen" (blz. 44-45). Voor dit soort taken wordt hier de term **praktijkopdrachten** gebruikt.

1.2. Praktijkopdrachten

Dit boek heeft voornamelijk betrekking op praktijkopdrachten zoals die door leerlingen moeten worden uitgevoerd in het lager technisch onderwijs. Dit zijn tamelijk complexe opdrachten die toepassing vereisen van eerder tijdens de opleiding verworven kennis en vaardigheden bij het vervaardigen van een bepaald werkstuk en/of het oplossen van een bepaald technisch probleem. Ook hier gaat het om taken die niet op basis van een geautomatiseerde reeks van handelingen zijn uit te voeren. Een voorbeeld van zo'n praktijkopdracht is het maken van een plaatwerkstuk. In bijlage 2 is een werktekening opgenomen die door lts-leerlingen wordt gebruikt bij het vervaardigen van een soldeerbouthouder uit aluminium plaatmateriaal. Dit voorbeeld is ontleend aan het 'Modelafdelingswerkplan voor de lts, afdeling elektrotechniek' (CITO/LPC/SLO, 1980). In figuur 1.1 is tevens aangegeven hoe de soldeerbouthouder eruit ziet.



Figuur 1.1. Schets van de soldeerbouthouder.

Bij het uitvoeren van deze praktijkopdracht wordt van de

leerlingen verwacht dat zij in staat zijn een werktekening te interpreteren en een uitslagtekening te maken, dat zij de diverse maten kunnen aftekenen op aluminium plaatmateriaal en dat zij in staat zijn diverse materiaalbewerkingen toe te passen zoals: boren, zagen, vijlen, knippen en omzetten. Uit dit voorbeeld blijkt dat bij het uitvoeren van praktijkopdrachten, die onderdeel zijn van het vigerend schoolcurriculum, een beroep wordt gedaan op zowel cognitieve als motorische vaardigheden. Nu gaat het in deze studie niet zozeer om de vraag hoe de afzonderlijke vaardigheden, waarop de taken een beroep doen, geleerd (moeten) worden, maar wel om de vraag hoe bevorderd kan worden dat leerlingen eerder geleerde kennis en vaardigheden adequaat toepassen bij het uitvoeren van praktijkopdrachten. In het bovenstaande werkstuk zijn zagen, boren, vijlen, knippen en omzetten voorbeelden van motorische basisvaardigheden. Kenmerkend voor praktijkopdrachten is dat de leerling de daarvoor in aanmerking komende basisvaardigheden niet alleen moet beheersen, maar dat hij ook moet weten welke handelingen hij moet verrichten en in welke volgorde deze het best kunnen plaatsvinden. Anders gezegd: denken en doen bepalen tezamen het 'probleemoplossend handelen' dat aan het toepassen van technische vaardigheden ten grondslag ligt.

1.3. Vraagstelling

Het eerder besproken voorbeeld van een praktijkopdracht is, zoals gezegd, afkomstig uit het modelafdelingswerkplan voor de afdeling elektrotechniek. In dit plan, waaraan vele leerkrachten hebben meegewerkt, zijn de voor de afdeling elektrotechniek van de lts wenselijk geachte doelstellingen geïnventariseerd, gerubriceerd en geconcretiseerd. Tevens zijn didactische aanwijzingen opgenomen voor de wijze waarop de diverse doelstellingen in de classesituatie gerealiseerd kunnen worden. Ook in dit boek wordt gezocht naar mogelijkheden om het onderwijs met betrekking tot technische vaardigheden te verbeteren. Hierbij wordt uitgegaan van de veronderstelling dat geen enkele methode voor alle leerlingen optimaal is. Vooral als het gaat om het leren toepassen van eerder verworven kennis en vaardigheden, is het van belang dat de onderwijssituatie op de juiste wijze wordt ingericht en gestructureerd. Ofschoon de leerinhouden en leermiddelen hierbij een essentiële rol spelen, is het in het huidige onderwijs vooral de leerkracht die de leersituatie structureert. Hij is het die het leerproces

initieert, begeleidt en stuurt. Hij geeft aanwijzingen, feedback en informatie; hij stimuleert en corrigeert. Kortom, door een reeks gedragingen bepaalt hij in hoge mate de gang van zaken in de onderwijsleersituatie. In een klas zal er altijd wel sprake zijn van een zekere heterogeniteit. Leerlingen verschillen nu eenmaal in tal van opzichten van elkaar, bijvoorbeeld met betrekking tot motivatie, begaafdheidsniveau, kennisniveau, vaardigheidsniveau en attitude. De vraag is in hoeverre het onderwijs verbeterd kan worden door rekening te houden met dergelijke individuele verschillen. Er zijn in de loop der jaren verschillende oplossingen voor dit vraagstuk ontwikkeld. Men kan de gewenste afstemming trachten te realiseren via de doelen (c.q. het niveau waarop leerlingen de leerstof moeten beheersen), of via de methode. De verschillende mogelijkheden zijn schematisch samengevat in figuur 1.2 (zie ook Cronbach, 1967).

DOEL	METHODE	AANPASSING
vast	vast	tempo-differentiatie
opties	vast	niveau-differentiatie
vast	opties	methode-differentiatie
		remediatie
opties	opties	individueel curriculum

Figuur 1.2 : Differentiatiemogelijkheden

Wanneer zowel doel als methode voor het desbetreffende onderwijs vastliggen, kan aan individuele verschillen (enigszins) tegemoet gekomen worden door variaties toe te staan in de instructie- en leertijd. De gedachte daarbij is dat goede leerlingen weinig instructie nodig hebben en snel leren, terwijl zwakke leerlingen veel instructie nodig hebben en langzaam leren. Indien, onder handhaving van uniforme methoden, de eis wordt losgelaten dat iedereen dezelfde doelen moet bereiken, kunnen allerlei vormen van niveau-differentiatie worden toegepast. De te bereiken doelstellingen worden daarbij afhankelijk gemaakt van iemands capaciteiten of aanleg. Het examineren op A-, B- of C-niveau, zoals dat onder andere in het lager beroepsonderwijs plaatsvindt, is

daarvan een voorbeeld. Een tegenovergestelde situatie doet zich voor wanneer voor het bereiken van gefixeerde doelstellingen verschillende methoden worden aangeboden, waarbij de keuze van de methode afhankelijk wordt gesteld van iemands capaciteiten, aanleg of voorkeur. Remediatie is een speciaal voorbeeld hiervan: door middel van aangepaste instructiemethoden worden programma-specifieke tekorten van leerlingen opgeheven, voordat met een bepaald onderwijsprogramma wordt begonnen. Een laatste in het schema aangegeven mogelijkheid doet zich voor wanneer zowel ten aanzien van doelstellingen als methoden verschillende opties bestaan. In feite is er dan sprake van een of andere vorm van individueel onderwijs.

In dit boek wordt onderzoek gepresenteerd dat betrekking heeft op methode-differentiatie¹⁾. Langs empirische weg wordt getracht na te gaan welk type instructie het best past bij welk type leerling. Geen enkele methode is optimaal voor alle leerlingen, maar, zo luidt de verwachting, er zullen zich interacties voordoen tussen karakteristieken van de leerlingen en de methoden van instructie.

Teneinde na te gaan wat de aard van de samenhang is tussen resultaten, behaald bij het uitvoeren van praktijkopdrachten, instructiemethoden en leerlingkenmerken, wordt gebruik gemaakt van een door Cronbach en Snow (1969) ontwikkeld onderzoeksmodel, te weten het Aptitude-Treatment-Interaction (ATI-) model. Zowel dit model als de relevantie ervan voor de onderwijspraktijk worden in dit boek besproken. Verwacht wordt dat door

¹⁾ Het gaat hierbij om onderzoek dat is uitgevoerd in het kader van het project 'Het leren van psychomotorische vaardigheden in het lager technisch onderwijs'. Het onderzoek is uitgevoerd in de periode 1980 - 1984 en is gefinancierd deels uit onderzoeksgelden van de Katholieke Hogeschool Tilburg, deels uit een subsidie van de Stichting voor Onderzoek van het Onderwijs. Gedurende de looptijd van het project heeft een twintigtal scholen voor lager technisch onderwijs aan het onderzoek meegewerkt. Voor uitgebreide gegevens over opzet, organisatie en uitvoering van het project wordt verwezen naar de diverse onderzoeksrapporten.

middel van ATI-onderzoek kennis wordt verkregen die kan helpen een antwoord te geven op de centrale onderzoeksvraagstelling die aan deze studie ten grondslag ligt. Deze luidt: **In hoeverre en op welke wijze moet bij het geven van instructies betreffende de uitvoering van praktijkopdrachten rekening worden gehouden met verschillen tussen leerlingen?**

Om deze vraagstelling te kunnen beantwoorden is het van belang te weten:

- op welke manieren praktijkopdrachten (kunnen) worden uitgevoerd;
- welke de relevante individuele verschillen zijn bij de uitvoering van praktijkopdrachten;
- welke instructiemaatregelen genomen kunnen worden om leerlingen te helpen bij het leren uitvoeren van praktijkopdrachten;
- welke relaties er bestaan tussen taakuitvoering, leerlingkenmerken en instructiemaatregelen.

1.4. De opbouw van deze studie

In hoofdstuk 2 wordt getracht aan de hand van taxonomieën en classificatieschema's een nadere typering te geven van praktijkopdrachten, gevolgd door zowel rationele als empirische taakanalyses (Resnick, 1976). Met deze analyses als uitgangspunt (vergelijk Lodewijks en Simons, 1979) wordt in hoofdstuk 3 geïnventariseerd welke potentiële onderwijsmaatregelen kunnen worden getroffen om leerlingen te helpen de gestelde doelen te bereiken, alsmede over welke eigenschappen leerlingen dienen te beschikken om een praktijkopdracht met succes te kunnen uitvoeren. De analyses uit hoofdstuk 2 en 3 leiden tot een aantal taak-, leerling- en instructievariabelen, waarbij de vraag kan worden gesteld hoe deze onderling samenhangen. In hoofdstuk 4 wordt, na een bespreking van het ATI-model, ATI-onderzoek gepresenteerd dat licht werpt op deze samenhang. Hierbij moet worden opgemerkt dat binnen het psychomotorische domein weinig ATI-onderzoek is uitgevoerd. Niettemin levert het op cognitieve leertaken betrekking hebbende ATI-onderzoek, samen met de analyses uit de hoofdstukken 2 en 3, bouwstenen voor een verdere concretisering van de onderzoeksvraagstelling in de vorm van toetsbare hypothesen. In de hoofdstukken 5 tot en met 10 komt het uitgevoerde onderzoek aan de orde. Hierbij handelt hoofdstuk 5 over de toegepaste onderzoeksmethoden, de onderzoekssituatie en de gehanteerde methoden van dataverwerking. Hoofdstuk 11 vormt het laatste onderdeel van deze studie. Hierin

worden de verkregen onderzoeksresultaten met elkaar in verband gebracht en gerelateerd aan de theoretische analyses uit de hoofdstukken 2, 3 en 4. Deze bespreking van de onderzoeksresultaten leidt tot een aantal conclusies en aanbevelingen.

Hoofdstuk 2. PRAKTIJKOPDRACHTEN: EEN NADERE ANALYSE

2.1. Inleiding

Het voorbeeld van een praktijkopdracht dat in 1.2 is gegeven, heeft duidelijk gemaakt dat de bedoelde opdrachten zich kenmerken door het feit dat de taakuitvoering het toepassen van eerder geleerde vaardigheden impliceert. Daarnaast is erop gewezen (zie 1.1) dat het uitvoeren van praktijkopdrachten vaak kan worden vergeleken met het oplossen van (technische) problemen. Dit zijn belangrijke kenmerken van de taken die in deze studie worden onderzocht. In de hierna volgende paragrafen zullen vanuit drie verschillende invalshoeken meer diepgaande analyses van praktijkopdrachten worden gepresenteerd.

Eerst wordt aan de hand van enkele classificatieschema's en taxonomieën verder ingegaan op de aard van de **doelstellingen** die met behulp van praktijkopdrachten worden nagestreefd (2.2). Na deze inhoudelijke benadering wordt in 2.3 gezocht naar relevante **vorm- of structuurkenmerken** van praktijkopdrachten. Daarvoor wordt te rade gegaan bij enkele in het psychomotorische domein veel gebruikte classificatieschema's. Het **'probleemkarakter'** van praktijkopdrachten wordt verder ontleed in 2.4. De bedoeling daarvan is zicht te krijgen op de cognitieve processen of mentale operaties die een rol spelen tijdens de uitvoering van de opdrachten. Verondersteld wordt dat de aard van deze processen of operaties voor een belangrijk deel bepaalt welke eisen de taak in kwestie aan de leerlingen stelt. Deze benadering vertoont verwantschap met Fleishman's (1975) 'behavior requirements approach', één van de benaderingen die hij onderscheidt in verband met het classificeren van motorische taken. Tenslotte wordt op grond van de verrichte taakanalyses in 2.5 een samenvattend **procesmodel** gepresenteerd. Dit model vormt het uitgangspunt voor de in hoofdstuk 3 verrichte inventarisatie van relevante leerling- en instructiekenmerken.

Bij het navolgende dient men zich te realiseren dat de analyses betrekking hebben op een bepaalde taaksoort en niet op een specifieke taak. Het gaat niet om het vinden van taakspecifieke kenmerken, maar om het inventariseren van de kenmerken van een bepaalde klasse van taken. De implicatie hiervan is dat specifieke methoden, die wel worden gerubriceerd onder de verzamelterm 'functionele deeltaakanalyse' (zie Mager en Beach, 1967), niet zo geschikt zijn. Deze methoden dienen immers te worden toegepast op afzonderlijke taken.

2.2. Praktijkopdrachten: doelstellingen

2.2.1. De indelingen van Gagné, De Block en Simpson

Verscheidene onderzoekers hebben getracht door het opstellen van taxonomieën of classificatieschema's ordening aan te brengen in de doelstellingen die een rol spelen bij het leren van psychomotorische vaardigheden. De reikwijdte van de gemaakte indelingen loopt nogal uiteen. In sommige indelingen worden psychomotorische leertaken afgebakend ten opzichte van vormen van niet-motorisch leren. Andere indelingen betreffen uitsluitend het psychomotorische domein. Hierna zullen de indelingen van, respectievelijk, Gagné, De Block en Simpson worden besproken.

Gagné (1977) onderscheidt psychomotorische vaardigheden van intellectuele vaardigheden, cognitieve strategieën, verbale informatie en attitudes. Psychomotorische vaardigheden worden omschreven als "...learned capabilities that underlie performances whose outcomes are reflected in the rapidity, accuracy, force or smoothness of bodily movement" (Gagné en Briggs, 1979, blz. 90). Gagné wijst er echter voortdurend op dat niet alleen gelet moet worden op waarneembare bewegingen: "In designing instruction for motor skills, it is often of considerable importance to recognize that they are more than merely 'muscular' in nature. Very often, even usually, motor skills occur as components of **procedures**, involving either choices of alternative movements or sequences of movements" (Gagné, 1977, blz. 227). Volgens Gagné moet een dergelijke procedure worden beschouwd als een intellectuele vaardigheid, waarbij het met name gaat om het toepassen van regels. Bij het leren van nieuwe motorische vaardigheden is er vaak sprake van het combineren van (eventueel reeds eerder geleerde) deelvaardigheden. Daarbij is het niet voldoende dat de afzonder-

lijke deelvaardigheden worden beheerst; deze dienen ook volgens bepaalde procedures geïntegreerd te worden, hetgeen een apart leerproces vergt. Dat er aan motorische handelingen vaak procedures ten grondslag liggen, is ook de opvatting van Konoske en Ellis (1985). Zij geven de volgende omschrijving van procedurele taken: "Procedural tasks consist of an ordered sequence of steps or operations performed on a single object or in a specific situation. They involve few decision points and are generally performed the same way each time the task is done" (op. cit., blz. 2).

Op dergelijke taken is de bekende indeling van Fitts en Posner (1969) goed toepasbaar; Gagné verwijst er dan ook naar. Volgens deze indeling en ook volgens de verwante indeling van Pijning en Span (1971) wordt het verloop van motorische leerprocessen gekenmerkt door een voortschrijdende afname van de bewuste cognitieve controle. Aanvankelijk is er sprake van een bewuste poging om de (afzonderlijke deel)handelingen te analyseren en uit te voeren (**cognitieve fase**), vervolgens worden de verschillende (deel)handelingen gecoördineerd en geïntegreerd (**associatieve fase**), waarna uiteindelijk een toenemende automatisering optreedt, gekenmerkt door een hoge mate van vloeiendheid, efficiëntie en continuïteit (**autonome fase**).

De bovenstaande omschrijving van procedurele taken en het verloop van leerprocessen bij zulke taken zijn van toepassing op basisvaardigheden als leren boren met behulp van een boormachine. Het is de vraag of zij ook gelden voor de meer complexe praktijkopdrachten. Immers kenmerkend voor deze taken is, dat zij relatief nieuw zijn voor de leerling. Zij doen wel een beroep op eerder verworven vaardigheden en dus ook op reeds beschikbare procedures, maar deze dienen te worden gecoördineerd en geïntegreerd om effectief te zijn in de nieuwe taaksituatie. Anders gezegd: het komt erop neer eerder verworven kennis en vaardigheden toe te passen en te integreren in betrekkelijk nieuwe situaties.

Toepassen en integreren vormen twee belangrijke elementen in de **taxonomie van De Block** (1975). De Block heeft geprobeerd een algemeen toepasbare taxonomie te ontwerpen die zowel voor het cognitieve, het psychomotorische als het affectieve domein is te gebruiken (zie De Block op. cit., blz. 33). Mede daardoor is de taxonomie goed bruikbaar bij het classificeren van leertaken en doelstellingen in het lager technisch onderwijs. Als zodanig is de taxonomie ook gebruikt bij de totstandkoming van het modelwerkplan voor de afdeling elektro-

techniek van de lts (CITO/LPC/SLO, 1980).

De Block onderscheidt drie dimensies: een gedragsdimensie, een inhoudsdimensie en een toepasbaarheidsdimensie. De eerste dimensie (gedrag) kent vier categorieën, namelijk: weten, inzien, toepassen en integreren. Binnen de tweede dimensie worden zes verschillende inhoudscategorieën onderscheiden, te weten: feiten, begrippen, relaties, structuren, methoden en attitudes. Met betrekking tot de toepasbaarheidsdimensie wordt een onderscheid gemaakt in vakspecifieke, vrij algemene en algemene toepasbaarheid. In termen van deze taxonomie is er bij het uitvoeren van praktijkopdrachten als 'het maken van een soldeerbouthouder' sprake van het toepassen en integreren (gedragsdimensie) van structuren en methoden (inhoudsdimensie) met een vrij algemene toepasbaarheid (toepasbaarheidsdimensie). Van 'toepassen' is volgens De Block sprake wanneer de leerling in een bepaalde taaksituatie gebruik maakt van eerder verworven leerinhouden. De taak bepaalt dan hoeveel creativiteit van de leerling wordt verwacht. Volgens het modelafdelingswerkplan treedt volledige 'integratie' op indien "...kennis, begrippen en oplossingsmethoden vaardig en spontaan op de juiste wijze worden gecombineerd en gebruikt bij nieuwe problemen" (Modelafdelingswerkplan, blz. (4)5). Uit deze omschrijving kan worden afgeleid dat het vereiste gedrag in dergelijke situaties niet louter kan berusten op het na elkaar verrichten van een aantal afzonderlijke, elementaire, eventueel geautomatiseerde handelingen. 'Combineren' en 'integreren' van eerder verworven kennis en vaardigheden vereisen complexere vormen van gedrag.

Een soortgelijke opvatting is te vinden bij **Simpson** (1966). Specifiek voor het psychomotorische domein heeft zij een taxonomie ontworpen, die is gebaseerd op het ordeningsprincipe der taakcomplexiteit. Aanvankelijk vormde het automatisch uitvoeren van motorische vaardigheden de hoogste (i.c. meest complexe) gedragscategorie. Later voegde zij nog twee hogere niveaus toe, namelijk 'adaptation', door haar omschreven als "altering motor activities to meet the demands of new problematic situations requiring a physical response", en 'origination', gedefinieerd als: "creating new motor acts or ways of manipulating materials out of understandings, abilities, and skills developed in the psychomotor area" (Simpson, geciteerd in Merrill, 1972, blz. 391).

2.2.2. Conclusie

Tot zover deze korte bespreking van enkele indelingen die zijn ontworpen om er doelstellingen mee te rubriceren. Gebleken is dat praktijkopdrachten in dit opzicht kunnen worden beschouwd als opdrachten, waarbij eerder verworven kennis, intellectuele vaardigheden en motorische basisvaardigheden moeten worden toegepast en geïntegreerd bij het ontwerpen en uitvoeren van betrekkelijk nieuwe, doelgerichte en complexe handelingssequenties. Ook de motorische basisvaardigheden, waarop een beroep wordt gedaan, vertonen bij nadere analyse een complexe handelingsstructuur die is opgebouwd uit een combinatie van procedures en bewegingen. Echter, de toepassing van de procedure, het uitvoeren van de bewegingen en het combineren van beide aspecten kunnen tot op zekere hoogte worden geautomatiseerd. Met name vanwege dit gegeven verschillen de handelingssequenties die optreden bij het toepassen van motorische basisvaardigheden in belangrijke mate van het geheel aan handelingssequenties dat zich voordoet bij het uitvoeren van praktijkopdrachten.

2.3. Praktijkopdrachten: taakkenmerken

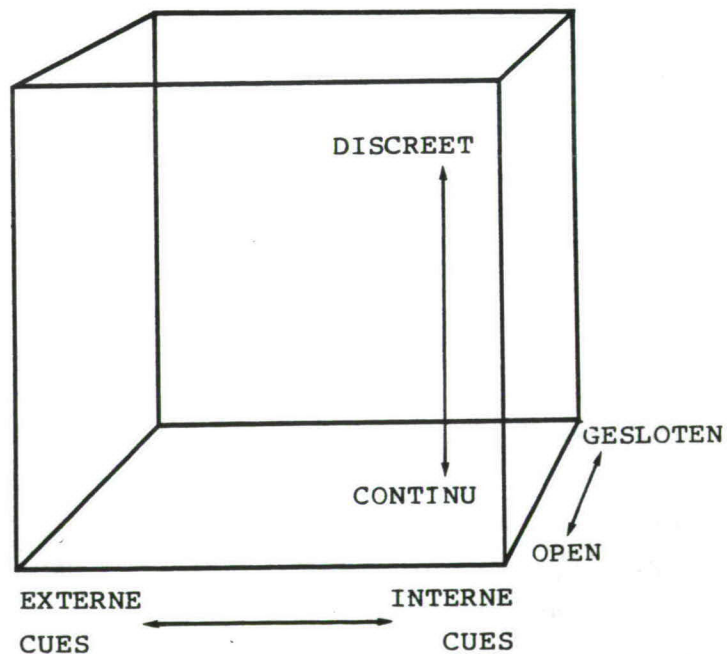
2.3.1. Vorm- of structuurkenmerken

Een volgende benaderingswijze bij het indelen van psychomotorische taken is gebaseerd op verschillen in vorm - of structuurkenmerken. Een in dit kader veel gebruikt kenmerk betreft het onderscheid in **discrete** en **continue** taken (zie Singer, 1980; Cratty, 1973; Willems, 1981). Deze indeling kan worden teruggevoerd op het werk van Fitts en Posner (1969).

Een discrete taak bestaat uit één handelingseenheid, kent een vast begin- en eindpunt en kan worden gezien als een specifieke reactie op een externe stimulus (bijvoorbeeld: het geven van een claxon-signaal). Continue taken worden gekenmerkt door in elkaar overlopende handelingen, veelal als gevolg van frequente bijsturingen. Er is sprake van continu verlopende reacties op combinaties van externe stimuli. Begin- en eindpunt zijn hierbij moeilijk precies aan te geven (bijvoorbeeld: het besturen van een auto in een drukke verkeerssituatie). Voor een opeenvolging van een aantal afzonderlijke, discrete taken wordt wel de term seriële taak gebruikt. Zo'n taak bestaat uit een serie onderscheidbare handelingen, elk met een betrekkelijk dui-

delijk begin- en eindpunt (bijvoorbeeld: het bevestigen van een knoop aan een kledingstuk).

Een andere vaak gemaakte indeling betreft het onderscheid tussen **open** en **gesloten taken**. Deze indeling is gebaseerd op het werk van Poulton (1957) en wordt - met aanvullingen - thans nog regelmatig aangetroffen in de 'motor-learning' literatuur (zie Singer, 1980; Schmidt, 1982; Holding, 1981). Het onderscheid tussen open en gesloten taken hangt samen met de eigenschappen van de taakomgeving: bij open taken bevat de omgeving onvoorspelbare elementen, waardoor volledige planning van de uit te voeren handelingen niet mogelijk is. Bij gesloten taken is de omgeving voorspelbaar, waardoor centrale planning van de handelingen wel mogelijk is. De taakuitvoerder kan tot op zekere hoogte zelf bepalen wanneer de handeling wordt begonnen. Bij open taken, daarentegen, bepalen gebeurtenissen in de omgeving wanneer gehandeld moet worden. Cratty (1973) heeft een classificatieschema ontwikkeld waarin de bovengenoemde elementen als aparte dimensies terug te vinden zijn. Het schema is weergegeven in figuur 2.1.



Figuur 2.1 : Classificatieschema voor psychomotorische taken volgens Cratty (ontleend aan Cratty, 1973)

Volgens dit schema worden psychomotorische taken op drie onderscheiden, onafhankelijke continua gelocaliseerd. Het eerste continuüm heeft de boven beschreven begrippen 'continu' en 'discreet' als uitersten. Het tweede continuüm wordt begrensd door de begrippen 'interne' en 'externe cues' en heeft betrekking op de mate waarin de taakuitvoering wordt gereguleerd door 'buiten' de taakuitvoerder aanwezige informatie. Het derde continuüm betreft het onderscheid tussen open en gesloten taken. Ook Cratty gebruikt deze begrippen om de mate van voorstelbaarheid van de taakomgeving aan te geven.

De laatste indeling die in deze paragraaf aan de orde komt betreft het onderscheid tussen **simultaan-** en **successief-coördinatieve vaardigheden**, zoals dat wordt gemaakt door Pijning (1978). Er is sprake van een simultaan-coördinatieve taak, indien de deelhandelingen die noodzakelijk zijn voor het uitvoeren van de psychomotorische taak, elkaar geheel of gedeeltelijk in de tijd overlappen.

Een voorbeeld hiervan is het vlakvijlen. Bij het uitvoeren van deze psychomotorische handeling wordt de ene hand gebruikt om het heft van de vijl vast te houden, terwijl de andere hand op het uiteinde van de vijl rust. De benodigde druk wordt door beide handen tezamen uitgeoefend en ook het sturen van de vijl, de belangrijkste handeling, is een kwestie van coördinatie tussen de beide handen (zie ook Spit, 1983).

Successief-coördinatieve taken kenmerken zich doordat de betrokken deelhandelingen na elkaar aan de orde komen. Het omzetten van plaatmateriaal met behulp van een vingerzetbank is een voorbeeld hiervan. Bij deze handeling moet eerst de zetbank worden ingesteld op de juiste plaatdikte, daarna moet het werkstuk worden ingespannen, vervolgens wordt de eigenlijke omzethandeling uitgevoerd door een hefboom te bewegen, waarna het werkstuk uit de zetbank kan worden verwijderd.

2.3.2. Conclusie

Het is niet eenvoudig om met behulp van categorieën, die zijn ontleend aan de in 2.3.1 behandelde indelingen, een eenduidige typering te geven van praktijkopdrachten. Dit hangt samen met het gegeven dat praktijkopdrachten bestaan uit complexe aaneenschakelingen van cognitieve en motorische componenten. Geprobeerd zou kunnen worden de verschillende handelingen, die gepaard gaan met het uitvoeren van een bepaalde opdracht, afzonderlijk te

typeren volgens de in figuur 2.1 gegeven kubus. Zelfs dan, echter, gaat het niet om $2 \times 2 \times 2$ verschillende typen, maar om in principe oneindig veel mogelijkheden, daar iedere ribbe van de kubus een continuüm representeert. Bovendien kunnen taken simultaan- of successief-coördinatief van karakter zijn en op meer of minder uiteenlopende handelingen betrekking hebben. Binnen dezelfde praktijkopdracht kunnen verschillende soorten sequenties voorkomen. Zo zou het slaan van een center, gevolgd door het boren van een gat in een metalen plaatje, getypeerd kunnen worden als een seriële, gesloten, successief-coördinatieve handelingssequentie, die op basis van externe 'cues' wordt gereguleerd. Het afbramen (vijlen) van het boorgat, daarentegen, kan beschouwd worden als een meer continue, gesloten, simultaan-coördinatieve handeling.

Het complexe karakter van praktijkopdrachten kan dus enerzijds verklaard worden uit de aaneenschakeling van cognitieve en motorische componenten, maar lijkt anderzijds ook een gevolg te zijn van het feit dat verschillende motorische componenten, vanwege verschillende kenmerken, aan de taakuitvoerder telkens verschillende eisen stellen.

2.4. Praktijkopdrachten: het oplossen van technische problemen

2.4.1. Inleiding

Een belangrijk kenmerk van complexe opdrachten is het probleemkarakter ervan. Dit houdt in dat de weg naar het doel meestal niet onmiddellijk duidelijk is. Op grond van de aanwezige informatie zal de leerling moeten zoeken naar doelgerichte acties. Daarbij speelt de wijze waarop de leerling omgaat met de beschikbare informatie een belangrijke rol. Om hierover meer duidelijkheid te verkrijgen zijn procesanalyses nodig. Deze ontbreken in de tot nu toe besproken taxonomieën en classificatieschema's, waar de nadruk ligt op produkt- of vormkenmerken van psychomotorische taken. Hieronder worden de informatieverwerkingsprocessen die zich voordoen bij het uitvoeren van psychomotorische taken vergeleken met de processen die optreden bij het oplossen van problemen. Daartoe wordt eerst - in algemene zin - ingegaan op de informatieverwerkingsbenadering in de psychologie (2.4.2), vervolgens op de handelingstheoretische benadering (2.4.3) en daarna op de literatuur over het oplossen van problemen (2.4.4).

In 2.4.5 volgt een samenvattende bespreking. In 2.4.6, tenslotte, wordt aan de hand van enkele empirische processtudies aandacht besteed aan leerlingstrategieën bij het uitvoeren van praktijkopdrachten.

2.4.2. Informatieverwerking bij het uitvoeren van psychomotorische taken

Kenmerkend voor de informatieverwerkingsbenadering is dat de aandacht vooral uitgaat naar de processen die aan het uitvoeren van leertaken ten grondslag liggen en dat niet uitsluitend wordt gelet op de daarbij behaalde resultaten. Belangrijke aandachtspunten hierbij zijn de structuur en de werking van het geheugen en het geheel van processen dat daarop van invloed is, zoals aandachts-, coderings-, beslissings-, vergelijkings- en uitvoeringsprocessen. Volgens de informatieverwerkingsbenadering komt via de zintuigen opgenomen informatie terecht in een sensorisch register. De capaciteit van dit register is groot maar de duurzaamheid van de daarin aanwezige informatie is zeer gering, variërend van enkele milliseconden tot ongeveer 1 à 2 seconden. Via aandachtsprocessen en selectieve perceptie bereikt een deel van de in het sensorisch register aanwezige informatie het werkgeheugen. Dit geheugen heeft een beperkte capaciteit (van ongeveer zeven informatie-eenheden) en kan informatie slechts korte tijd (tot ongeveer 30 seconden) vasthouden. Door herhalen ('rehearsal') kan de informatie getransporteerd worden naar het lange-termijn geheugen, dat een grote capaciteit heeft en waarin de informatie duurzaam bewaard blijft. De opslag vindt gewoonlijk plaats in een gecodeerde vorm en op een 'georganiseerde' wijze. Het is vooral het vermogen tot organiseren waardoor de mens over een grote geheugen-capaciteit beschikt. De wijze van organiseren bepaalt waarschijnlijk in belangrijke mate het gemak waarmee informatie uit het lange-termijn geheugen opgezocht en teruggevonden (retrieval) kan worden. Voor wat het cognitieve domein betreft is er evidentie dat de informatie in het geheugen is opgeslagen in de vorm van cognitieve structuren. Deze zijn voornamelijk semantisch van aard en bovendien hiërarchisch. Nieuwe informatie wordt geassimileerd in het bestaande netwerk van begrippen en hun relaties en eigenschappen. Dit kost in het algemeen cognitieve activiteit. De mate waarin assimilatie plaatsvindt is onder andere afhankelijk van:

- a. het type taak of de aard van de informatie die geassimileerd moet worden;

- b. de reeds in het lange-termijn geheugen aanwezige informatie (voorkennis);
- c. het repertoire aan relevante cognitieve vaardigheden waarover de leerling beschikt;
- d. de doelstellingen en specifieke verwachtingen die de leerling heeft ten aanzien van de taak of de resultaten daarvan (zie ook De Klerk, 1983).

Voorzover het om typisch motorische basisvaardigheden gaat, zoals centeren of vijlen, vragen de voorbereiding en uitvoering om plannings- en stuurmechanismen op verschillende niveaus. Enerzijds is er het anatomisch niveau waarop het op de juiste wijze hanteren van het instrument of gereedschap plaatsvindt door de motoriek (van bijvoorbeeld vingers, pols, arm en schouder). Anderzijds wordt de uitvoering van de taak geleid door geheugen- en stuurprocessen waardoor de beweging vlot, nauwkeurig en vloeiend uitgevoerd wordt, op een wijze die aangepast is aan de specifieke omstandigheden. Enkele belangrijke vragen hierbij zijn welke motorische informatie wordt opgeslagen in het (motorisch) geheugen, welke opslagprocessen daarbij een rol spelen, en in hoeverre ook specifieke spiercommando's worden meegeprogrammeerd.

Enige kijk op deze processen is verkregen door de resultaten van het onderzoek op het terrein van de schrijfmotoriek (zie onder andere Thomassen et al., 1985). Schrijven is een complexe vaardigheid met zowel cognitieve als motorische aspecten, die geheel vergelijkbaar is met wat in dit boek onder motorische basisvaardigheden wordt verstaan. Belangrijke vragen die in het kader van het onderzoek naar de schrijfmotoriek worden gesteld zijn: volgens welke code worden letters in het geheugen opgeslagen, welke vertaalstappen zijn er tussen deze code en de motorische uitvoering, hoe worden de lettergrootte, de helling en de verbindingen tussen de letters gerealiseerd en hoe worden de schrijfbewegingen aangepast aan de context en aan de bedoelingen van de schrijver?

Van Galen (1985) merkt hierover op: " Algemeen aanvaard in de huidige bewegingstheorie is dat enkel de abstracte structuur, en niet de concrete spierinstructies, in het motorisch geheugen beschikbaar is. Deze bewegingsprogramma's bevatten specificaties van de opeenvolgende elementen, bijvoorbeeld halen of combinaties van halen in een letter zonder dat echter de absolute grootte of het tempo waarmee dat programma zal worden uitgevoerd in het programma zelf is vastgelegd. Ook is het aannemelijk

dat dezelfde programmacodes door verschillende uitvoerorganen (linkerhand-rechterhand, etc.) kunnen worden gebruikt" (blz. 41, 42). Voorts wijst Van Galen erop dat het uitvoeren van de verschillende schrijfbewegingen op verschillende niveaus wordt voorbereid. Op het laagste niveau gaat het om spierstootjes van bepaalde groepen van spieren; op het hoogste niveau is er sprake van naar taalinhoud gecodeerde schrijfp opdrachten. "Dat het schrijven ondanks de fasegewijze voorbereiding toch vloeiend verloopt, komt doordat telkens een volgend stukje van het preparatieproces wordt afgewerkt, terwijl de voorafgaande letters nog worden uitgevoerd. Modelmatig stelt men het wel zo voor dat het motorisch systeem beschikt over buffers waarin een gedeeltelijk reeds klaarstaande code wordt bewaard totdat de voorafgaande letter klaar is" (blz. 45).

Het voorafgaande had betrekking op motorische basisvaardigheden. Het liet zien dat door middel van onderzoek binnen de context van theorieën over informatieverwerking inzicht kan worden verkregen in de wijze waarop motorische vaardigheden geleerd worden. Dit inzicht kan zeer nuttig zijn voor het ontwikkelen van onderwijsarrangementen met behulp waarvan het onderwijs met betrekking tot dit soort vaardigheden geoptimaliseerd kan worden.

Voor het leren uitvoeren van praktijkopdrachten is beheersing van basisvaardigheden ('motor control'; Schmidt, 1982) niet voldoende. Ook de strategie waarmee een taak wordt aangepakt en uitgevoerd is van belang. Singer (1978) maakt in dit verband een onderscheid tussen drie cognitieve processen: 'goal-image formation', 'goal expectancy formation' en 'directing and controlling the act'.

'Goal-image formation' heeft betrekking op de processen die leiden tot interne representaties van het te bereiken einddoel (resultaat) bij het uitvoeren van de motorische taak. Het gaat hier onder andere om het nauwkeurig analyseren van een opdracht, het vergelijken van de uit te voeren opdracht met eerder opgedane ervaringen en het oproepen van relevante voorkennis.

De perceptie die de leerling van een bepaalde taak heeft zal bij hem verwachtingen oproepen ten aanzien van zijn kansen de taak met succes te kunnen uitvoeren. De leerling vormt als het ware hypothesen betreffende zijn kansen op succes. Tijdens dit proces van '**goal-expectancy formation**' worden door de leerling doelen gesteld die naar zijn oordeel bereikbaar zijn.

De beide cognitieve processen, 'goal-image formation' en

'goal-expectancy formation', zijn oriënterend van karakter. Na de oriëntatie volgt de uitvoering van de taak. Hierbij spelen cognitieve processen als selectieve aandacht, foutdetectie en -correctie en 'retrieval' een belangrijke rol. Zij sturen (in de zin van '**directing and controlling**') de handelingen.

Er blijken grote individuele verschillen te bestaan met betrekking tot de mate waarin leerlingen zich bewust zijn van deze processen. In de literatuur over metacognitie wordt hieraan aandacht besteed. Hierbij gaat het vooral om vragen als: welke kennis hebben leerlingen van hun eigen cognitieve processen, over welke mogelijkheden beschikken zij om daar bewust mee om te gaan en op welke wijze kunnen deze processen bewaakt en gereguleerd worden (Fischer en Mandl, 1982). Vanuit metacognitief standpunt zijn tot nu toe voornamelijk cognitieve taken bestudeerd. Een van de eerste pogingen om de relatie tussen de metacognitie en motorisch gedrag te onderzoeken is ondernomen door Newell en Barclay (1982). Ook De Klerk en Van der Sanden (1984) besteden hieraan aandacht.

2.4.3. De handelingstheoretische benadering

Volgens de handelingstheoretische benadering moet 'leren' en dus ook het leren van psychomotorische vaardigheden worden opgevat als het tot stand brengen van nieuwe **handelingsstructuren**. Het begrip handelingstructuur verwijst zowel naar het geheel van waarneembare gedragingen als naar de eraan ten grondslag liggende psychologische processen. Aan een handeling zijn steeds drie aspecten te onderscheiden, te weten: **oriëntatie, uitvoering en controle**. In de handelingstheoretische benadering wordt de nadruk gelegd op de aard van de oriënterende en controle-processen en op de relatie ervan met het gedrag. Zaporozec, bijvoorbeeld, merkt hierover op: "Tussen de oriënterende en de uitvoerende activiteit bestaat een onverbreekelijke verbinding en er treden voortdurend overgangen op van de ene vorm van activiteit naar de andere. Strikt gesproken vertegenwoordigen ze verschillende delen, verschillende componenten van één doelgerichte menselijke activiteit. Terwijl aanvankelijk de oriëntering achter de uitvoerende reacties aankomt, krijgt ze later een anticiperende functie, namelijk doordat een voorstelling wordt gevormd van wat gedaan moet worden" (Zaporozec in Van Parreren en Pijning, 1981, blz. 34).

Er wordt vanuit gegaan dat geleverde prestaties nauw samenhangen met het karakter van de psychologische processen. Met name de nauwkeurigheid en de volledigheid van de door Zaporozec bedoelde **bewegingsvoorstelling** bepalen voor een groot gedeelte de kwaliteit van de geleverde prestaties. Zo'n bewegingsvoorstelling ontstaat als gevolg van de zogenaamde exploratief-oriënterende activiteiten die een leerling ontplooit wanneer hij voor de taak is gesteld iets nieuws te leren. Naarmate de leerling bedreven(er) wordt veranderen het karakter en de functie van de oriënterende activiteiten. De nadruk komt meer te liggen op controlerende, gedrags-bewakende aspecten. Zaporozec gebruikt daarvoor de term oriënterend-constaterende activiteit. Deze veranderingen gaan gepaard met kwalitatieve veranderingen van de handelingsstructuur als geheel. Zo is er bij het leren van successief-coördinatieve vaardigheden (zie 2.3.1) aanvankelijk sprake van een sterk cognitieve handelingsstructuur. Als gevolg van demonstraties, verbale instructies en later ook van eigen ervaringen met pogingen de te leren handelingen zelf uit te voeren, ontstaat bij de leerling een eerste representatie van de handelingen. Deze is opgebouwd uit een combinatie van verbale, visuele en kinesthetische elementen en fungeert als een expliciet model van de te leren handeling. Pijning c.s. spreken in dat geval van een **modelschema**. Het begin van het leerproces wordt gekenmerkt door bewuste pogingen dit gedetailleerde schema na te bootsen; het schema fungeert daarbij gedurende de gehele handeling als een leidraad. Een volgend stadium treedt in wanneer het schema alleen nog nodig is bij het in gang zetten van de beweging. Door middel van het schema wordt de leerling als het ware op het juiste spoor gezet; daarna is de sturende invloed ervan niet meer nodig. In deze fase van het leerproces is er sprake van uitvoering op grond van een **etiketschema**. De laatste fase in het leren van een nieuwe handeling kenmerkt zich doordat de betrokken bewegingen automatisch, zonder bewuste controle, kunnen worden uitgevoerd. Er is dan sprake van een toenemende **'wendbaarheid'** en **'verkorting'**. Een handeling is wendbaar als zij in wisselende situaties kan worden toegepast. Van verkorting wordt gesproken "...wanneer de handeling zich qua structuur tot een minder gelede handeling ontwikkeld heeft" (Pijning 1982, blz. 15). Pijning (op. cit.) noemt automatisch verlopende handelingen een voorbeeld van dit laatste. Bij dit type handeling zijn "...de oriëntering, uitvoering en controle als het ware in elkaar geschoven, en is er sprake van een verkorte handelingsstructuur".

De hierboven geschetste ontwikkeling van de handelingsstructuur is van toepassing op het leren van vaardigheden die in principe te automatiseren zijn. Wanneer het gaat om het oplossen van problemen is een dergelijke ontwikkeling niet te verwachten. Er zal dan sprake zijn van '**probleemoplossend handelen**' dat zich kenmerkt door een bij uitstek cognitieve handelingsstructuur.

In Nederland wordt onderzoek verricht naar het probleemoplossend handelen van leerlingen met betrekking tot het vakgebied Algemene Technieken (De Jong et al., 1983; Haanstra en De Jong, 1984). Dit onderzoek is gericht op het ontwerpen van een curriculum met behulp waarvan leerlingen op doelgerichte en planmatige wijze technische constructieproblemen leren oplossen. Ook in dit type leerproces wordt grofweg onderscheid gemaakt tussen oriënterings-, uitvoerings- en controlefase. Deze fasen worden verder uitgewerkt met elementen die zijn ontleend aan de literatuur over metacognitie en probleemoplossen. De Jong constateert overigens dat veel leerlingen de oriënteringsfase overslaan en zich beperken tot de uitvoeringsfase. Hij merkt op dat daardoor "...veelal een weinig systematische handelingsstructuur (ontstaat) waarop controle nauwelijks mogelijk is" (De Jong et al., 1983, blz. 21).

2.4.4. Het oplossen van technische problemen

Het valt buiten het bestek van deze studie de omvangrijke literatuur op het gebied van probleemoplossen in al haar aspecten samen te vatten. Volstaan moet worden met een korte typering van de aard van (technische) problemen en een korte algemene beschrijving van het oplossingsproces.

In de literatuur worden verschillende probleemttypen onderscheiden. Een voor het oplossen van technische problemen van belang geachte indeling is die van Frederiksen (1984) in **goed-gestructureerde** en **slecht-gestructureerde problemen** op basis van het al dan niet aanwezig zijn van (a) een duidelijke probleemomschrijving, (b) een duidelijke oplossingsprocedure en (c) duidelijke criteria, waaraan de oplossing kan worden getoetst. Goed-gestructureerde problemen kenmerken zich doordat alle drie de elementen aanwezig zijn; slecht-gestructureerde doordat zij alle drie ontbreken.

Van **gestructureerde problemen** wordt gesproken indien een duidelijke probleemomschrijving en duidelijke oplossingscriteria voorhanden zijn, doch de oplossingsprocedure vooralsnog ontbreekt.

Een andere relevante indeling is te vinden bij Kuljutkin (in Van Parreren en Van Loon-Vervoorn, 1975). Hij gaat ervan uit dat aan elk probleem twee componenten zijn te onderkennen, namelijk (a) datgene wat gegeven is en (b) datgene wat gezocht wordt. Tussen het gegevene en het gezochte bestaat een bepaalde relatie. Problemen verschillen naar de aard van deze relatie en naar de aard van de te verrichten operaties om de betrokken relaties te vinden. Zo maakt Kuljutkin een onderscheid in **identificatieproblemen, constructieproblemen en problemen van verklaring en bewijs.**

Bij identificatieproblemen gaat het om het ontdekken van niet onmiddellijk gegeven elementen in een complex geheel, zoals dat bijvoorbeeld het geval is bij het zoeken van verborgen figuren. Constructieproblemen betreffen het vervaardigen van technische voorwerpen die aan bepaalde specificaties moeten voldoen en/of bepaalde operaties mogelijk moeten maken. Verklarings- en bewijsproblemen, tenslotte, hebben betrekking op het vinden van relaties tussen verschijnselen en feiten, bijvoorbeeld het zoeken naar de oorzaak van een bepaalde ziekte of de oorzaak van een storing in een bepaald apparaat.

Kenmerkend voor het oplossen van een probleem is - zoals gezegd - dat gezocht moet worden naar de relaties die er bestaan tussen het gegevene en het gezochte. Hoewel Kuljutkin dit niet expliciet vermeldt, is het van belang te onderkennen dat de oplossing - wil er sprake zijn van een echt probleem - niet in de vorm van routinematige kennis of handelingspatronen beschikbaar moet zijn. In de meeste omschrijvingen van het begrip 'probleem' wordt dit aspect wel genoemd. Zo omschrijven Newell en Simon (1972) een probleem als een situatie waarin iemand iets wil bereiken, maar niet onmiddellijk weet welke acties hij daartoe moet ondernemen. Frijda en Elshout (1976) definiëren een probleem als: "...een situatie waarin (1) het subject is geconfronteerd met een taak, opgave of moeilijkheid en (2) waarop hij ook niet door een geautomatiseerde reeks handelingen een antwoord kan vinden" (blz. 414).

Om de oplossing te bereiken is het in ieder geval noodzakelijk dat de probleemoplosser een goed overzicht heeft van de gegeven begintoestand, de in aanmerking komende operaties en de te bereiken eindtoestand. Probleemoplossen kan dan worden omschreven als "...het toepassen van operaties op de initiële toestand en op transformaties daarvan, zolang tot of zodanig dat een doeltoestand wordt bereikt" (op. cit., blz. 418). In

navolging van Newell en Simon wordt er thans algemeen van uitgegaan dat bij het bestuderen van de activiteiten van de probleemoplosser het begrip 'probleemruimte' onontbeerlijk is. Newell en Simon (1972) merken daarover op: "We ... find it necessary to describe not only his actual behaviors, but the set of possible behaviors from which these are drawn; and not only his overt behaviors, but also the behaviors he considers in his thinking that don't correspond to possible overt behaviors. In sum we need to describe the space in which his problem solving activities take place. We will call it the '**problem space**'" (blz. 59).

Het begrip probleemruimte verwijst naar de door de probleemoplosser zelf gevormde interne representatie van de diverse probleemcomponenten, zoals begin- en eindtoestand, en de toe te passen operaties, regels of transformaties. In feite gaat het om een mentale voorstelling die wordt gevormd uit een combinatie van in de taakomgeving aanwezige informatie en de in het geheugen van de probleemoplosser beschikbare informatie. Een dergelijke representatie moet altijd worden opgebouwd, ongeacht de soort informatie waarop het probleem betrekking heeft. Hierop is ook gewezen door Wickelgren (1974): "Even in a practical problem stated in terms of physical objects, it is always possible to consider objects or sets of properties of objects as represented by expressions. Indeed, we must have representations in our heads of objects, properties of objects, and operations when we solve practical problems, since we certainly do not have the real objects there. Thus definitions of problems, solutions and methods need not make any distinction between practical (concrete) and symbolic (abstract, mathematical)" (blz. 10).

In het algemeen wordt aangenomen dat de kwaliteit van de probleemrepresentatie van grote betekenis is voor de wijze waarop een probleem wordt opgelost (zie Chi, Feltovich en Glaser, 1981; De Jong en Ferguson-Hessler, 1985 a,b). Zoals al eerder is opgemerkt, wordt bij de opbouw van de probleemrepresentatie een onderscheid gemaakt tussen in de taakomgeving en 'in' de probleemoplosser aanwezige informatie. Er wordt van uitgegaan dat de opgebouwde representatie in de eerste fase van het probleemoplossingsproces nog beperkt blijft tot een mentale voorstelling van het probleem-op-zich. Chi et al. (op. cit.) spreken in dit verband van **initiële representatie**. In de tweede fase wordt deze representatie door de probleemoplosser zelf uitgebreid met in het geheugen opgeslagen informatie die in meerdere of mindere mate relevant kan zijn voor de oplossing.

Meestal wordt ten aanzien van deze informatie een onderscheid gemaakt in eerder verworven kennis van allerlei begrippen en regels (**declaratieve kennis**) en op basis van ervaring verkregen kennis omtrent mogelijk effectieve oplossingsstrategieën (**procedurele kennis**). In feite worden in deze tweede fase hypothesen gevormd betreffende de oplossing van het probleem. Deze hypothesen zijn het gevolg van de confrontatie tussen het gestelde probleem en de oplossingsinformatie waarover de probleemoplosser beschikt. In de volgende fase worden deze hypothesen dan getoetst, als gevolg waarvan de probleemrepresentatie telkens wordt bijgesteld en uiteindelijk de oplossing wordt bereikt.

Chi et al. (1982) hebben erop gewezen dat de kans op het vinden van de oplossing aanzienlijk toeneemt, indien de probleemoplosser beschikt over zogenaamde **probleem-schemata**. Hieronder verstaan zij "...interrelated sets of knowledge that unify superficially disparate problems by some underlying features" (blz. 41).

Bij het oplossen van een probleem gaat het erom het bij dat probleem passende schema te activeren; dit schema moet dan vervolgens gespecificeerd worden op grond van de aanwezige probleembeschrijving. Chi et al. (op. cit.) karakteriseren de aanpak van de goede probleemoplosser als '**schemata driven**'. Kenmerkend voor een goede probleemoplosser of expert is dat hij begint met: "...the identification of the right solution schema..." en daarna overgaat tot "...instantiation of the relevant pieces of information as specified in the schema" (blz. 26). De aanpak van beginnende probleemoplossers wordt daarentegen gekenschetst als '**data driven**': de concrete verschijningsvorm van een probleem wordt niet losgelaten en er wordt veelal gelet op oppervlakkige probleemkenmerken. Een en ander hangt volgens Chi et al. samen met verschillen in de aard van de beschikbare kennis: "We speculate...that the knowledge the expert learner brings to a problem would incorporate a good deal of procedural knowledge - how a knowledge structure can be manipulated, the conditions under which it is applicable, and so on. Novice learners, on the other hand, would have sufficient factual and declarative knowledge about a learning problem but would lack procedural skill, and this would weaken their ability to learn from their available knowledge" (op. cit., blz. 72).

2.4.5. Conclusie

Bij het (leren) uitvoeren van psychomotorische taken is het zaak de voorhanden zijnde informatie om te zetten in doelgerichte handelingen. In de paragrafen 2.4.2 tot en met 2.4.4 is nagegaan welke cognitieve operaties daarmee gepaard gaan. Dat is gebeurd vanuit drie verschillende perspectieven, respectievelijk: de informatieverwerkingsbenadering, de handelingstheoretische benadering en de literatuur over het oplossen van problemen.

De eerste twee benaderingen lenen zich zowel voor het analyseren van te automatiseren als niet te automatiseren handelingen; de probleemoplossings-benadering is per definitie gericht op het identificeren van processen die optreden bij het uitvoeren van niet te automatiseren taken. Hoewel de drie benaderingen tot verschillende procesbeschrijvingen leiden, blijkt er bij nadere analyse toch sprake te zijn van een gemeenschappelijke onderliggende structuur. Of het nu gaat om het oplossen van een probleem, het leren van een nieuwe psychomotorische vaardigheid of het toepassen en integreren van verschillende (psychomotorische) vaardigheden, aan elke procesbeschrijving is steeds een driedeling te onderkennen. Centraal staan toetsende, motorische of uitvoerende handelingen; deze worden voorafgegaan door verkennde en gevolgd door beoordelende handelingen; kortom: oriënteren - uitvoeren - evalueren.

De overeenkomst in handelingsstructuur tussen het oplossen van problemen en het uitvoeren van routinematige handelingen is een gevolg van het feit dat in de aanvang elke nieuw te leren handeling te beschouwen is als een probleem. Wanneer de betrokken handeling daarna telkens op ongeveer identieke wijze verricht moet worden, zullen na verloop van tijd oriënterende, uitvoerende en evaluerende handelingen niet alleen sneller verlopen, maar ook moeilijker van elkaar te onderscheiden zijn en wellicht zelfs min of meer gelijktijdig optreden. Bij het oplossen van problemen kan een dergelijke situatie zich niet voordoen; het is wel mogelijk dat het veelvuldig oplossen van problemen leidt tot een toename van de 'procedurele kennis'.

In alle procesbeschrijvingen wordt het planningsaspect als een belangrijk onderdeel van de oriënteringsfase gezien (vergelijk in dit opzicht de termen response-selectie, response-programmering (Marteniuk, 1976; Schmidt, 1982), opstellen van handelingsplannen, aanroepen van procedurele kennis en opstellen van hypothesen). Miller et al. (1960) en Newell (1978), bijvoorbeeld, beschouwen het uitvoeren van een beweging

als het realiseren van een handelingsplan: "In most natural situations the development of skills involves the construction of a hierarchy of behavioral units, each unit guided by its own plan" (Miller et al., op. cit., blz. 85). Ook Singer (zie 2.4.2) wijst voortdurend op het belang van effectieve strategieën bij het leren van psychomotorische vaardigheden.

Alvorens een handelingsplan kan worden opgesteld en uitgevoerd, is het noodzakelijk dat er een duidelijk beeld is van de te bereiken doelstellingen en/of de uit te voeren bewegingen. In alle benaderingen wordt het belang hiervan onderstreept. Afhankelijk van de betrokken invalshoek wordt in dit verband gesproken over het creëren van probleemrepresentaties, bewegingsvoorstellingen of interne representaties van te bereiken doelstellingen.

Het uitvoeren van praktijkopdrachten vertoont veel verwantschap met het oplossen van (technische) problemen. Vanuit dit gezichtspunt kunnen praktijkopdrachten worden gekarakteriseerd als gestructureerde constructie-problemen. Meestal zijn de criteria waaraan moet worden voldaan duidelijk; het te bereiken doel is gespecificeerd; naar de juiste oplossingsweg moet echter worden gezocht. De driedeling 'oriënteren-uitvoeren-evalueren' lijkt ook hier goed van toepassing!

Alvorens een en ander te formaliseren in een samenvattend model (2.5), worden - ter illustratie - eerst enkele empirische gegevens gepresenteerd betreffende het aanpakgedrag van leerlingen bij het uitvoeren van praktijkopdrachten.

2.4.6. Enkele empirische processtudies

De wijze waarop lts-leerlingen praktijkopdrachten aanpakken is onderzocht door Van Eck-Schouten (1983) en Corstiaans en Schols (1984). In deze studies is geprobeerd via observaties en hardop-denken-protocollen verschillen in aanpakgedrag te typeren. Hierbij is onder andere gebruik gemaakt van vergelijkingen tussen 'good' en 'bad beginners' (Elshout, 1983).

Aan het onderzoek van Van Eck-Schouten (op. cit.) is deelgenomen door 134 leerlingen van de afdeling elektrotechniek. De praktijkopdracht bestond uit het monteren van een alarmschakeling op een montage-bord. De leerlingen hadden daarbij de beschikking over een stroomkringschema en een installatietekening. Een bedradings-tekening en specifieke instructies betreffende de aanpak van de opdracht zijn niet gegeven. De leerlingen voerden

de opdracht individueel en geheel naar eigen inzicht uit. Elke leerling is tijdens de taakuitvoering geobserveerd.

Bij de data-analyses zijn onder andere de observatiegegevens van de leerlingen die een goed werkstuk maakten vergeleken met de gegevens van leerlingen met een minder goed resultaat. Uit deze analyses bleek dat de goed presterende leerlingen in het algemeen:

- minder tijd nodig hadden voor het maken van het werkstuk;
- een relatief klein gedeelte van de totale werktijd besteedden aan oriënterende (werkvoorbereidende) activiteiten, waaronder het bestuderen van het stroomkringschema, het maken van aantekeningen, het aftekenen op de montage-plank en het bekijken van componenten;
- de oriënterende activiteiten doelgericht uitvoerden;
- relatief weinig tijd besteedden aan ongerichte activiteiten als werkonderbrekingen en het bekijken van componenten;
- relatief veel tijd besteedden aan het maken van een bedradingstekening en aan het aftekenen op het montage-bord (oriënterende activiteiten, die een directe voorbereiding vormen op de noodzakelijke uitvoerende activiteiten).

Met andere woorden: uit dit onderzoek is gebleken dat goed presterende leerlingen een doelgerichte werkwijze volgen en dat zwak presterende leerlingen relatief veel tijd besteden aan oriënterende activiteiten. Het geringe rendement van deze activiteiten vormde de aanleiding tot het onderzoek van Corstiaans en Schols (1984). In dit onderzoek is geprobeerd meer zicht te krijgen op de aard van de cognitieve processen bij het uitvoeren van praktijkopdrachten door leerlingen tijdens het werken aan de opdracht hardop te laten denken.

Aan het onderzoek is deelgenomen door 27 leerlingen van de afdeling elektrotechniek van een lts. Elke leerling maakte, op grond van een schriftelijk gepresenteerde probleemstelling, een alarmschakeling tijdens het schakeltechnisch practicum. Evenals in het vorige onderzoek zijn geen verdere instructies of aanwijzingen gegeven. Ook een stroomkringschema is niet verstrekt; de leerlingen dienden dit op basis van de gegeven informatie zelf te maken. Na analyse van de hardop-denksprotocollen bleek dat de leerlingen die tot de goede oplossing kwamen relatief vaak:

- er blijk van gaven de opdracht te analyseren in deelproblemen;

- probeerden zich gericht een beeld te vormen van de werking van de schakeling;
 - opmerkingen maakten van fouten-analyserende aard.
- Zwak presterende leerlingen, daarentegen, bleken vaak in impasses verzeild te raken. Niet goed wetend hoe het gestelde probleem aan te pakken, bleven ze vaak steken in het lezen en herlezen van de schriftelijke probleemstelling. Er was sprake van een 'trial-and-error' werkwijze, zonder systematisch uitgevoerde toetsingsoperaties en foutenanalyses.
- In Van der Sanden en Van Eck-Schouten (1984) wordt de handelwijze van deze leerlingen getypeerd met de term '**toestandsoriëntering**', in tegenstelling tot de meer gerichte '**handelingsoriëntering**' van de goed presterende leerlingen (vergelijk Kuhl, 1983).

2.5. Samenvattend model

Resnick (1976, blz. 52) heeft erop gewezen dat een van de functies van het verrichten van taakanalyses is "...to examine complex performances and display in them a substructure that is teachable - either through direct instruction in the components, or by practice in tasks that call upon the same or related processes". Deze opmerking van Resnick ter harte nemend, lijkt het wenselijk de aan de uitvoering van praktijkopdrachten inherente substructuur in een niet te ingewikkeld model samen te vatten. Door in het samenvattende model alleen de naar veronderstelling meest essentiële elementen op te nemen, wordt de kans vergroot dat het model een zekere relevantie heeft voor het opstellen van onderwijsarrangementen (De Klerk, 1983).

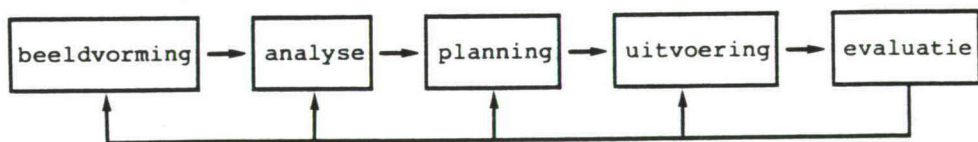
Uit de voorgaande paragrafen is gebleken dat het uitvoeren van praktijkopdrachten een tamelijk complexe aangelegenheid is. Leerlingen moeten min of meer zelfstandig allerlei eerder verworven kennis en vaardigheden toepassen en integreren bij het uitvoeren van nieuwe opdrachten. Daarbij gaat het erom de in de taakomgeving aanwezige informatie te 'vertalen' in doelgerichte motorische handelingen. Deze handelingen kunnen worden beschouwd als motorische basisvaardigheden (zie 2.2.2). De wendbaarheid- en verkortingsgraad ervan (zie 2.4.3) zullen samenhangen met aanlegfactoren (psychomotorische vermogens, zie 3.2) en geoefendheid. Het beheersen van basisvaardigheden is echter onvoldoende voorwaarde om praktijkopdrachten met succes te kunnen uitvoeren. De uit te voeren motorische handelingen moeten worden voor-

zien van een deugdelijk fundament. De daartoe benodigde cognitieve operaties vormen onderdeel van de oriënteringsfase, waarvan het doel wel wordt omschreven als 'getting the idea of the movements' (Gentile, 1972). De cognitieve processen tijdens de oriënteringsfase hebben in hoofdzaak betrekking op het verkrijgen van een duidelijk beeld van de te bereiken doelstellingen (vergelijk Singer's 'goal-image formation') en op het onderscheiden, inventariseren en plannen van de te verrichten uitvoerende activiteiten.

Zowel tijdens de oriënterings- als de uitvoeringsfase moet regelmatig worden vastgesteld of het verloop van de diverse activiteiten aan de gewenste criteria voldoet. Deze evaluatieve processen zijn in zekere zin te beschouwen als oriënterende activiteiten die plaatsvinden, nadat een bepaalde operatie of activiteit is uitgevoerd. De informatie die daardoor beschikbaar komt geldt weer als 'input' voor verdere acties. Evaluatie, in deze zin opgevat, heeft zowel gedragbewakende (vergelijk de termen 'on-line' sturing en 'monitoring' bij Fischer en Mandl, 1982) als produktbeoordelende functies.

Uiteraard vormt het verwerken van de informatie die de feedback verschaft een belangrijk bestanddeel van de bedoelde evaluatieve processen.

In figuur 2.2 wordt het bovenstaande samengevat in een procesmodel. Vervolgens wordt een korte beschrijving gegeven van elk van de onderscheiden componenten.



Figuur 2.2 : Procesmodel betreffende het uitvoeren van praktijkopdrachten (zie tekst voor toelichting)

In het model betekent:

- a) **Beeldvorming:** het zich vormen van een voorstelling van het te vervaardigen produkt of het creëren van een interne representatie van het op te lossen probleem, zodat een nauwkeurig beeld ontstaat van de te bereiken doelstellingen.
- b) **Analyse:** het onderscheiden van deeltappen, deeltbewerkingen of deelproblemen; het transformeren van informatie in technische termen of schema's; het ontleden van de oorzaak, aard en gevolgen van gemaakte fouten.
- c) **Planning:** het ordenen van de te verrichten activiteiten in een werkplan of het specificeren van de te volgen strategie in de uitvoeringsfase.
- d) **Uitvoering:** het uitvoeren van de geplande activiteiten.
- e) **Evaluatie:** het bewaken van de gevolgde werkwijze en het vaststellen van de kwaliteit van (deel)produkten of (deel)oplossingen.

Afhankelijk van de geoefendheid van de taakuitvoerder en/of de aard van de gestelde opdracht kunnen bovengenoemde operaties zich meer of minder bewust voordoen (vergelijk Fitts en Posner, 1969), meer of minder tijd in beslag nemen en in grotere of kleinere cycli voorkomen. Zo zal een 'expert' een bepaald constructieprobleem 'in een oogopslag' overzien (beeldvorming) en analyseren en zonder bewuste controle snel tot taakuitvoering overgaan. Een beginnening zal echter een veel tijd in beslag nemende oriënteringsfase nodig hebben en ook tijdens de uitvoeringsfase nog regelmatig moeten evalueren en analyseren.

Zoals al eerder gesteld, is het bovenstaande model relatief eenvoudig van opzet. Hiermee is niet ontkend dat binnen de hoofdcategorieën allerlei subprocessen een rol kunnen spelen. Daarnaast zullen ook de capaciteit en de kwaliteit van iemands geheugen van groot belang zijn bij het uitvoeren van een opdracht. Tijdens de uitvoeringsfase zullen bijvoorbeeld de resultaten van analyse- en planningsfase in het geheugen moeten zijn gerepresenteerd.

Hoofdstuk 3. LEERLING EN INSTRUCTIE

3.1. Inleiding

In het vorige hoofdstuk is geïnventariseerd welke eisen het uitvoeren van praktijkopdrachten aan leerlingen stelt. Met deze inventarisatie als uitgangspunt wordt in 3.2 beredeneerd over welke eigenschappen leerlingen dienen te beschikken om aan de gestelde eisen te kunnen voldoen. Daarna wordt in 3.3 gezocht naar onderwijsmaatregelen die daarbij een ondersteunende rol kunnen vervullen.

3.2. Leerlingkenmerken

Bij de in hoofdstuk 2 gepresenteerde taakanalyses is reeds impliciet een aantal leerlingkenmerken aan de orde geweest, waarvan redelijkerwijs mag worden verondersteld dat ze van belang zijn bij het uitvoeren van praktijkopdrachten.

In deze paragraaf zal hierop uitvoeriger worden ingegaan. Daarbij zal vooral worden aangesloten bij het in 2.5 gepresenteerde procesmodel.

Gezien de aard van de cognitieve operaties die in het procesmodel zijn opgenomen, ligt het voor de hand dat vooral de **ruimtelijke en technische intelligentie** van de leerlingen een belangrijke rol spelen bij het uitvoeren van praktijkopdrachten. Kenmerkend voor veel praktijkopdrachten is dat de leerling wordt geconfronteerd met een technische tekening of een technische beschrijving op basis waarvan een ruimtelijke constructie moet worden vervaardigd. Daarbij is het van belang dat de leerling in staat is adequate ruimtelijke voorstellingen te creëren.

De cognitieve operaties die zijn samengevat onder de noemer 'beeldvorming' impliceren het vermogen de in de

tekening verstrekke gegevens te transformeren in ruimtelijke structuren. Met behulp hiervan creëert de leerling een mentale representatie van het te bereiken doel. In de analyse-fase wordt de aldus opgebouwde representatie ontleed in deelrepresentaties. Zo'n situatie doet zich voor wanneer de leerling probeert zich vanuit verschillende perspectieven een voorstelling van een werkstuk te vormen (bij een plaatwerkstuk bijvoorbeeld zij- of vooraanzicht; bij een elektrische schakeling bijvoorbeeld de gevolgen van verschillende schakelaarstanden voor de wijze waarop de stroom door een elektrisch circuit loopt).

Ook het plannen van de te verrichten werkzaamheden en het evalueren van bereikte resultaten doen een beroep op ruimtelijk en technisch inzicht. Zo zal de leerling zich moeten afvragen wat voor gevolgen een bepaalde bewerking heeft voor de uitvoerbaarheid van volgende bewerkingen (dergelijke vragen doen zich vaak voor indien van een bepaald plaatwerkstuk verschillende kanten moeten worden omgezet). Op grond van deze overwegingen dient hij een werkvolgorde te bepalen. Ook nadat hij een bepaalde bewerking heeft uitgevoerd, zal hij het effect ervan moeten beoordelen aan de hand van de ruimtelijke voorstelling die hij van het gewenste eindproduct heeft opgebouwd.

Uit het bovenstaande kan worden afgeleid dat ruimtelijk inzicht voor een belangrijk deel samenhangt met het vermogen op mentaal niveau ruimtelijke structuren te manipuleren. Lohman en Kyllonen (1983) spreken in dit verband van mentale transformatie. Zij hebben verschillende typen mentale transformatie onderscheiden, waaronder 'mental movement' ("reflecting, rotating, folding, or simply imagining that a stimulus is moved from one position in an array to another position...") en 'construction or synthesis' (... "reorganizing the stimulus elements in a new way..") (op. cit., blz. 112). In een onlangs gerapporteerde studie hebben Lohman en Nichols (1985) erop gewezen dat met name het op mentaal niveau construeren van ruimtelijke figuren door het samenvoegen ('synthetiseren') van elementen een belangrijk aspect vormt van het ruimtelijk voorstellingsvermogen. Op grond van onderzoek komen zij tot de conclusie dat '...spatial ability is in part a facility in creating hierarchically ordered, structurally rich mental representations that can be stored, retrieved, and matched as units' (op. cit. blz. 2). In feite gaat het hier om een intelligentiefactor die wel wordt aangeduid met de term '**spatial-visualization ability**' (afgekort als Gv).

Een andere intelligentiefactor, waarmee ook rekening dient te worden gehouden, is de '**fluid-analytic intelligence**' (Gf). Deze betreft het vermogen om abstract te redeneren. Dikwijls wordt het vermogen om problemen met verborgen figuren op te lossen tot Gf gerekend. Bekende voorbeelden van tests waarin dit aspect een rol speelt zijn de verschillende 'Embedded Figures Tests' van Witkin et al. (1971). Met deze tests wordt de **veld(on)afhankelijkheid** gemeten. Er is veel discussie over de vraag of dit leerlingkenmerk moet worden gezien als een cognitieve stijl of als een aspect van de intelligentie (Cronbach en Snow, 1977; Federico en Landis, 1984). Samenhangend met de wijze waarop de veld(on)afhankelijkheid wordt geïnterpreteerd, worden er in de literatuur verschillende omschrijvingen van deze variabele gegeven. In veel van deze omschrijvingen wordt veld(on)afhankelijkheid gezien als een indicator voor de karakteristieke en stabiele wijze waarop informatie wordt georganiseerd en verwerkt (Messick, 1984). Volgens deze opvatting kenmerken veldonafhankelijke leerlingen zich doordat ze geneigd zijn relatief ongestructureerde situaties zelfstandig te analyseren en te structureren. Veldafhankelijke leerlingen, daarentegen, zijn minder geneigd en/of in staat structuren aan te brengen of de beschikbare gegevens te (re)organiseren. Praktijkopdrachten zijn veelal complex van karakter en vereisen een min of meer zelfstandige aanpak. Daarom is het van belang dat de leerling zelf structuur aanbrengt in de taaksituatie. Structureren wordt hierbij opgevat als het combineren van elementaire cognitieve operaties als beeldvorming, analyse, planning en evaluatie tot taakspecifieke en doelgerichte sequenties (vergelijk Posner en McLeod, 1982). Het is, gezien deze taakvereisten, niet uitgesloten dat veld(on)afhankelijkheid een relevant leerlingkenmerk vormt. Enige evidentie voor het belang van veld(on)afhankelijkheid voor psychomotorische leertaken is gevonden in onderzoek van Pijning (1978) en Bakker (1981). Pijning rapporteert een samenhang tussen veldonafhankelijkheid en het al dan niet volgen van een foutenanalyserende leerstrategie. Bakker vond een samenhang tussen veldonafhankelijkheid en de kwaliteit van bewegingsvoorstellingen.

In de literatuur worden soms correlaties gerapporteerd tussen de stijlen **reflectiviteit-impulsiviteit** en veld(on)afhankelijkheid (zie onder andere Messer, 1976). Reflectieve proefpersonen blijken dikwijls veldonafhankelijk te zijn, terwijl impulsieve proefpersonen vaak veldafhankelijk zijn. De veld(on)afhankelijkheid wordt

gewoonlijk gemeten met behulp van een 'Embedded Figures Test', terwijl voor het meten van de impulsiviteit (reflectiviteit) gebruik gemaakt wordt van de 'Matching Familiar Figures Test'. Messer (op.cit.) heeft erop gewezen dat beide tests bepaalde overeenkomsten vertonen, in die zin dat ze een beroep doen op dezelfde soort vaardigheden: "...Both tests contain response uncertainty and require scanning and analysis of a visual field" (blz. 1034). Impulsiviteit-reflectiviteit heeft betrekking op de geneigdheid al dan niet alternatieve acties te overwegen in taakomstandigheden, waar de te nemen stappen niet op voorhand duidelijk zijn. Wellicht is daarom ook dit leerlingkenmerk van belang bij het uitvoeren van praktijkopdrachten. .

Het lijkt niet waarschijnlijk dat de **verbale intelligentie (Gc)** bij het maken van praktijkopdrachten een even belangrijke rol speelt als de ruimtelijk-technische intelligentie. In onderwijssituaties waar van de leerlingen voornamelijk cognitieve inbreng wordt gevraagd, blijkt de verbale intelligentie echter een niet te onderschatten factor. De drie intelligentie-aspecten Gc, Gf en Gv wegend, komen Snow en Lohman (1984) zelfs tot de conclusie dat in dergelijke onderwijssituaties Gc de belangrijkste factor is: "When a distinction is attempted between more verbal-crystallized abilities (G), more fluid-analytic abilities (Gf), and spatial visualization abilities (Gv), it is the Gc measures that usually give the highest relations (met leerprestaties, JvdS), with Gf close behind" (op. cit., blz. 355). Toch lijkt deze conclusie voornamelijk van toepassing te zijn op leersituaties binnen het cognitieve domein, waar niet zo'n beroep wordt gedaan op het ruimtelijk voorstellingsvermogen van de leerlingen.

De hierboven besproken intelligentiefactoren hebben primair betrekking op het vermogen met symbolische, figurale of semantische informatie om te gaan. Het is gebruikelijk om ook met betrekking tot het psychomotorische domein verschillende aanlegfactoren te onderscheiden. In dit verband wordt wel gesproken van psychomotorische vermogens. Met name Fleishman (1964, 1972a) en Guilford (1958) hebben op dit terrein onderzoek verricht en psychomotorische taken ingedeeld naar de bij de taakuitvoering betrokken spiergroepen en **psychomotorische vermogens**. Fleishman (1972b) merkt over deze benadering op: "Tasks are described, contrasted, and compared in terms of abilities that a given task requires of the operator. These abilities are relatively

enduring attributes of the individual performing the task" (blz. 1130).

Het is de vraag hoe relevant psychomotorische vermogens zijn voor het uitvoeren van praktijkopdrachten. Waarschijnlijk zullen deze vermogens vooral een rol spelen in de uitvoeringsfase, wanneer de leerling een aantal motorische basisvaardigheden moet toepassen. Verwacht wordt dat daarbij vooral de hand- en vingervvaardigheid een rol spelen. Over handvaardigheid merkt Fleishman (1972, blz. 85) op: "This ability involves skillful, well-directed arm-hand movements in manipulating fairly large objects under speeded conditions".

Vingervvaardigheid wordt door hem omschreven als "...the ability to make still-controlled manipulations of tiny objects involving, primarily, the fingers" (op. cit., blz. 86).

Een laatste groep van belangrijke factoren wordt gevormd door de **voorkennis** (dikwijls beschouwd als een aspect van Gc (zie Snow, 1977)) en het **beheersingsniveau der basisvaardigheden**. Door verschillende onderzoekers is, in verschillende contexten, gewezen op het belang van voorkennis bij het aanbieden van nieuwe leerstof. Voor-kennis en het niveau waarop de basisvaardigheden worden beheerst zijn uiteraard ook (of juist) van belang indien de taak een expliciet beroep doet op eerder verworven kennis en vaardigheden. Naast het feitelijk niveau van kennen en kunnen, vormt ook de wijze waarop de leerling tegen de taak aankijkt een relevante variabele. Het gaat hierbij om opvattingen van de leerling over zijn kansen op succes bij een bepaalde taak en om de mate waarin de taak of onderdelen daarvan de leerling vertrouwd voorkomen. In sociaal-psychologische leertheorieën wordt in verband met bovengenoemde variabelen wel gesproken over **subjectieve competentie**, een verzamelbegrip voor een complex van factoren, waaronder "...feelings of competence, effectiveness, and self-esteem.." (Bowerman, 1978, blz. 46), of over "self efficacy expectations" (Bandura, 1977).

De tot nu toe aan de orde geweest zijnde leerlingkenmerken vormen direct uit de taakanalyses voortvloeiende eigenschappen, waarover leerlingen in zekere mate moeten beschikken om praktijkopdrachten met enig succes te kunnen uitvoeren.

In het bovenstaande overzicht is niet gesproken over 'affectieve' leerlingkenmerken als **prestatiemotivatie** en **faalangst**. Deze variabelen volgen niet direct uit de taakanalyses, waarmee niet ontkend is dat ze een rol

zouden kunnen spelen (zie ook De Klerk en Knoers, 1984). Volgens Hermans (1971) zou de prestatiemotivatie zich vooral doen gelden in situaties waar een sterk beroep wordt gedaan op taakzelfstandigheid. Onder dergelijke omstandigheden kan bovendien de faalangst van de leerling een verschillende uitwerking hebben. Indien er sprake is van positieve faalangst kan er een 'spannings-toestand' ontstaan die de leerling tot goede prestaties brengt. In geval van negatieve faalangst, echter, kunnen blokkades optreden die tot minder goede prestaties aanleiding geven.

3.3. Instructiekenmerken

Het uitvoeren van praktijkopdrachten brengt de leerling in een situatie waarin hij, min of meer zelfstandig, reeds verworven kennis en vaardigheden moet toepassen en integreren. In 2.5 is uiteengezet dat het daarop betrekking hebbende proces verloopt volgens de stadia beeldvorming-analyse-planning-uitvoering-evaluatie. In 3.2 is, uitgaande van deze leertaakvereisten, geïnvventariseerd welke leerlingkenmerken daarbij van belang geacht kunnen worden. Nu dient de vraag te worden beantwoord welke instructiemaatregelen genomen kunnen worden om leerlingen, die in meerdere of mindere mate over deze eigenschappen beschikken, te helpen de gestelde doelen te bereiken.

Het is van belang in dit opzicht onderscheid te maken in **directe** of **primaire** en **indirecte** of **secundaire instructiemaatregelen**. Met maatregelen die tot het eerste type behoren wordt geprobeerd leer- of informatieverwerkingsprocessen direct te beïnvloeden. Gagné's 'instructional events' ("... a set of events external to the learner which are designed to support the internal processes of learning" (Gagné en Briggs, 1979, blz. 155)) zijn te beschouwen als voorbeelden van directe instructiemaatregelen. Tot de categorie van secundaire maatregelen behoren de verschillende voorwaarden die in het onderwijs, op soms zeer in het oog lopende wijze, (moeten) worden geschapen om directe instructiemaatregelen mogelijk te maken. Hieronder vallen bijvoorbeeld organisatorische en orde-maatregelen.

In deze studie wordt de aandacht gericht op de invloed van directe instructievariabelen. Het ligt voor de hand in dit opzicht aansluiting te zoeken bij de vijf componenten van het procesmodel (vergelijk Lodewijks en Simons (1979)). Schouten et al. (1985) hebben onderzocht

in hoeverre praktijkdocenten in het lager technisch onderwijs bij het geven van instructies en hulp aan de bedoelde aspecten aandacht besteden. Uit het onderzoek bleek dat de door de docenten genomen instructiemaatregelen voor ongeveer 60% waren te typeren als 'direct' en voor 40% als 'indirect'. Daarbij had ongeveer 1% van de maatregelen betrekking op beeldvorming, 25% op analyse, 7% op planning, 12% op uitvoering en 14% op evaluatie. Tussen docenten bleken grote verschillen te bestaan in enerzijds de verhouding tussen directe en indirecte instructiemaatregelen, en anderzijds in de verdeling van de directe maatregelen over de vijf categorieën. Opvallend was verder dat uit interviews met de betrokken docenten bleek dat beeldvorming als zeer belangrijk werd ervaren, terwijl dit niet tot uitdrukking kwam in het feitelijk instructiegedrag.

Het onderzoek van Schouten et al. (op. cit.) geeft een indicatie van de strekking van een aantal in concrete leersituaties getroffen onderwijsmaatregelen. Aangenomen mag worden dat aan dergelijke maatregelen de intentie ten grondslag ligt de leerlingen te helpen bij het op systematische wijze leren aanpakken en uitvoeren van praktijkopdrachten. Leerlingen moeten leren een zodanige strategie te kiezen dat de vereiste cognitieve (en uitvoerende) operaties op de juiste wijze en in de juiste volgorde worden uitgevoerd. Of, zoals Posner en McLeod (1982) het hebben geformuleerd: "The idea is that elementary mental operations may be assembled into sequences and combinations that represent the strategy developed for a particular task" (blz. 480).

De vraag is hoe dit proces door middel van specifieke, 'directe' instructiemaatregelen kan worden gestuurd en gestructureerd. Deze sturing en structurering geschieden veelal op basis van in de taaksituatie aanwezige informatie. Hierbij kan worden gedacht aan:

- a) Informatie over de bedoeling van de opdracht, c.q. de eisen die worden gesteld. Het gaat hier bijvoorbeeld om werktekeningen en instructies die de leerling bij de aanvang van de taak ter beschikking worden gesteld.
- b) Informatie over de aard van de handelingen die moeten worden uitgevoerd.
- c) Informatie over de volgorde waarin de verschillende handelingen moeten worden uitgevoerd.

Wanneer deze informatie niet expliciet wordt verstrekt, wordt een belangrijk gedeelte van de informatieverwerkingslast bij de leerling gelegd. De leerling zal dan zelf een strategie moeten ontwikkelen. Singer (1980a)

spreekt in dit verband van een '**self-initiated strategy**'. Leerlingen zullen waarschijnlijk van elkaar verschillen in de mate waarin zij hiertoe geneigd of in staat zijn (vergelijk ook de bespreking van het leerlingkenmerk veld(on)afhankelijkheid in 3.2). Door middel van directe instructiemaatregelen kan de informatieverwerkingslast worden verminderd. Door de leerling bijvoorbeeld een analyse en/of planning te presenteren wordt de taakuitvoerig voorgestructureerd. De docent reikt de leerling als het ware een strategie aan, geeft aanwijzingen omtrent de te volgen strategie of legt de leerling een strategie op. Singer (op. cit.) spreekt in dat geval van een '**externally imposed strategy**'.

In het eerder aangehaalde onderzoek van Schouten et al. is ook nagegaan in hoeverre de directe instructiemaatregelen te typeren waren als 'meer stimulerend' dan wel als 'meer directief'. Gemiddeld konden ongeveer 80% van de door docenten gemaakte opmerkingen worden gekarakteriseerd als 'directief' en 20% als 'stimulerend'. Schouten et al. merken hierover op: "In veruit de meeste gevallen geeft de docent zijn eigen visie, uitleg of plan of legt hij heel precies uit hoe een handeling moet worden uitgevoerd" (blz. 20). Overigens traden ook met betrekking tot deze instructievariabele grote verschillen tussen de onderzochte docenten op.

Waarschijnlijk ligt aan de meer directieve, gestructureerde werkwijze (mede) de intentie ten grondslag leerlingen een model te verschaffen. De veronderstelling daarbij is dat de leerlingen door middel van observatie en imitatie deze werkwijze overnemen en generaliseren naar het uitvoeren van nieuwe opdrachten. Een meer stimulerende, minder gestructureerde benadering is meestal gebaseerd op de veronderstelling dat de beste resultaten worden bereikt door zelfontdekkend leren, eventueel met aanvullende begeleiding.

Gezien het bovenstaande is het aannemelijk dat het niveau waarop de uitvoering van een praktijkopdracht wordt voorgestructureerd een relevante instructievariabele vormt. Het is echter noodzakelijk deze variabele verder te operationaliseren. Het **niveau van voorstructurering** heeft zowel te maken met inhouds- als met vormaspecten. Aansluitend bij het procesmodel kan worden gesteld dat bij het geven van instructies aandacht geschonken kan worden aan één of meer van de daarin onderscheiden stadia. Het gaat hier om het **inhoudsaspect**, waarbij het accent kan liggen op beeldvorming, analyse, planning, uitvoering en evaluatie of op combinaties daarvan. Het **vormaspect** heeft betrekking op de

'explicietheid' of nadrukkelijkheid waarmee de instructie wordt gegeven.

In dit verband zijn vooral de volgende drie variabelen van belang.

- a) **Modaliteit:** de te geven instructies kunnen een meer of minder concrete vormgeving hebben; in dit opzicht kan een onderscheid worden gemaakt in **concreet, schematisch en abstract.**

Ten aanzien van de uitvoeringsfase bijvoorbeeld kan de docent een bepaalde bewerking demonstreren (concreet), door middel van een tekening of schema de leerlingen wijzen op de juiste lichaamshouding (schematisch) of volstaan met het geven van verbale instructies als 'linkervoet voor..' (abstract).

- b) **Hoeveelheid of gedetailleerdheid:** er kunnen meer of minder instructies worden gegeven. In deze studie wordt een driedeling gehanteerd in **weinig, matig en veel.** De docent kan zich bijvoorbeeld met betrekking tot de planningsfase beperken tot de hoofdlijnen en slechts enkele, globale instructies geven of besluiten juist veel, gedetailleerde instructies te geven.

- c) **Vrijblijvendheid:** deze variabele heeft betrekking op de mate waarin de leerling de vrijheid wordt gegeven de instructies al dan niet op te volgen. Ook ten aanzien van dit aspect wordt een onderscheid gemaakt in **weinig, matig en veel.** De docent kan bijvoorbeeld een leerling verplichten na het aftekenen van een werkstuk alle maten eerst te controleren of hij kan volstaan met de leerling het advies te geven een dergelijke handelwijze toe te passen.

In figuur 3.1 is het bovenstaande schematisch samengevat.

			INHOUD				
			Beeldvorming	Analyse	Planning	Uitvoering	Evaluatie
V O R M	Modaliteit:	concreet schematisch abstract					
	Hoeveelheid:	weinig matig veel					
	Vrijblijvendheid:	weinig matig veel					

Figuur 3.1 : Classificatieschema met betrekking tot het niveau van voorstructurering

De hier voorgestelde classificatie van de instructievariabele 'niveau van voorstructurering' moet worden gezien als een heuristisch hulpmiddel bij het operationaliseren en interpreteren van instructiemethoden. Zo kan, in termen van het classificatieschema, als volgt worden geredeneerd:

Er is sprake van een **hoog niveau van voorstructurering**, indien de instructies bij een bepaalde praktijkopdracht:

a. op alle fasen c.q. operaties (i.c. beeldvorming en analyse en planning en uitvoering en evaluatie) betrekking hebben;

b. een concrete vormgeving hebben;

c. groot in aantal of gedetailleerd zijn;

d. de leerling weinig vrijheid laten.

Er is sprake van een **laag niveau van voorstructurering**, indien de instructies:

a. op geen of slechts één der bovengenoemde fasen c.q. operaties betrekking hebben;

b. een abstract karakter hebben;

c. gering in aantal of globaal zijn;

d. de leerling veel vrijheid laten.

Uiteraard kunnen, op deze wijze redenerend, tussenliggende niveaus worden onderscheiden.

Hoofdstuk 4. Interacties tussen leerling- en instructie-kenmerken

4.1. Inleiding

In de hoofdstukken 2 en 3 zijn analyses gepresenteerd van de drie componenten die -in onderwijspsychologische zin- te onderkennen zijn aan het uitvoeren van praktijk-opdrachten: leertaak, leerling en instructie. Zoals in hoofdstuk 1 reeds is aangegeven, wordt in dit boek door middel van Aptitude-Treatment-Interactie (ATI)-onderzoek nagegaan welk verband er in concrete onderwijsleersituaties bestaat tussen deze variabelen. In dit hoofdstuk wordt eerst stilgestaan bij de voornaamste kenmerken van ATI-onderzoek (4.2). Met name zal de vraag aan de orde komen welke verwachtingen ten aanzien van de opbrengsten van ATI-onderzoek-in-het-algemeen gekoesterd kunnen worden. Vervolgens wordt gezocht naar correspondenties (Lodewijks en Simons, 1979) tussen de drie ATI-componenten door te beredeneren hoe de verschillende variabelen op elkaar kunnen inwerken. Dit thema wordt op drie manieren aan de orde gesteld: eerst in algemeen-theoretische zin (4.3), daarna vanuit een empirische invalshoek (4.4), waarna tot slot een toetsbare onderzoekshypothese betreffende de relaties tussen de drie componenten wordt afgeleid (4.5).

4.2. Het ATI-paradigma

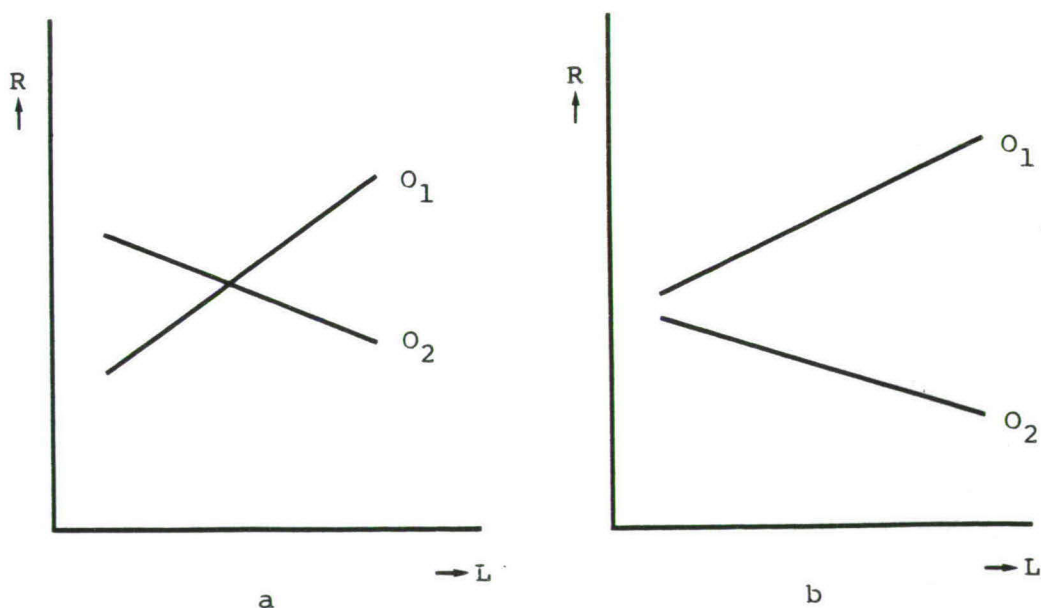
Een belangrijk uitgangspunt van het ATI-paradigma is dat leerprestaties niet alleen afhankelijk zijn van bepaalde instructiemaatregelen, maar eveneens van bepaalde leerlingkenmerken.

Tussen beide soorten van variabelen kunnen zich **interacties** voordoen. Het ATI-paradigma biedt de mogelijkheid deze interacties empirisch vast te stellen. Hiertoe wordt door middel van regressie-analyse nagegaan wat de

aard van de samenhang is tussen een bepaald leerlingkenmerk L en de leerprestaties of resultaten R. Indien nu blijkt dat de aard van de samenhang tussen beide variabelen (i.e., de richting en plaats van de regressielijn) afhankelijk is van de specifieke onderwijsmaatregel of -methode O, dan is er sprake van interactie.

In figuur 4.1 zijn twee voorbeelden weergegeven van mogelijke interacties. In beide gevallen blijkt dat de relatie tussen R en L in de ene O-conditie anders is dan in de andere. In beide gevallen is er dus sprake van interactie.

In figuur 4.1a ligt het snijpunt van de beide regressielijnen binnen het bereik van de gemeten L-waarden. In dat geval doet zich een **disordinale** interactie voor. Dit in tegenstelling tot figuur 4.1b, waarin de lijnen elkaar weliswaar snijden, maar waarbij het snijpunt zich buiten het bereik van de gemeten L-waarden bevindt. Dit wordt een **ordinale** interactie genoemd. Indien zich een disordinale interactie voordoet, is de kans groot dat de resultaten die met behulp van de ene onderwijsmethode behaald worden gemiddeld niet (significant) verschillen van de resultaten die met behulp van de andere methode gevonden worden. Bij een ordinale interactie is de kans dat het verschil tussen de gemiddelden in de twee condities wel significant is aanmerkelijk groter.



Figuur 4.1 : Voorbeelden van Interacties tussen R, O en L

In deze studie wordt expliciet uitgegaan van het feit dat het ATI-paradigma een onderzoeksopzet is en geen onderwijsmodel. Dit houdt onder andere in dat er, ook indien een disordinale interactie gevonden wordt, op basis van de gegevens niet zonder meer tot methodedifferentiatie besloten mag worden.

ATI-onderzoek wordt in eerste instantie uitgevoerd met het doel inzicht te verkrijgen in de aard van de relaties tussen resultaten, onderwijsmethoden en leerlingkenmerken. Door middel van ATI-onderzoek wordt getracht inzicht te verkrijgen in een aantal 'psychologische' determinanten van het onderwijsleer-proces. Deze informatie dient mede betrokken te worden in het beslissingsproces dat uiteindelijk moet leiden tot het onderwijsarrangement. Dit vergt een zorgvuldige afweging met betrekking tot andere determinanten en randvoorwaarden. Over wenselijkheid, betekenis en opzet van ATI-onderzoek is de laatste jaren druk gedebatteerd (zie bijvoorbeeld Cronbach en Snow, 1977; Span, 1977; Plomp, 1977; Lodewijks en Simons, 1979; Lodewijks, 1981; Crombag, 1979; De Klerk, 1979, 1985; Thijssen en Span, 1985 a,b). Bij deze auteurs komen verschillende opvattingen over doel en nut van ATI-onderzoek naar voren, alsook over de methodologische implicaties van het paradigma.

Zoals gezegd ligt aan deze studie het standpunt ten grondslag dat ATI-onderzoek in eerste instantie gericht dient te zijn op het verkrijgen van inzicht in de relaties tussen Resultaten, Onderwijsmaatregelen en Leerlingkenmerken. Deze inzichten dienen gebaseerd te zijn op onderzoek dat is uitgevoerd in concrete, realistische onderwijssituaties. Bovendien is het van belang dat de onderzoeksresultaten, samen met andere resultaten en gegevens, geplaatst worden in een theoretisch kader. Anders bestaat het gevaar dat de resultaten onvoldoende theoretisch perspectief hebben waardoor geen zorgvuldige afweging gemaakt kan worden ten opzichte van andere gegevens omtrent het leerproces. Uitgangspunt voor ATI-onderzoek dient te zijn een nauwkeurige analyse van de taak, op grond waarvan kan worden vastgesteld wat de karakteristieke moeilijkheden zijn bij de uitvoering ervan. Met name is het van belang dat geanalyseerd wordt op welke cognitieve vaardigheden de taak in kwestie een beroep doet. Hieromtrent dienen hypothesen geformuleerd te worden, die met behulp van ATI-onderzoek getoetst kunnen worden.

De op deze wijze verkregen wetenschappelijke kennis omtrent de relaties tussen R, O en L kan een belangrijke rol spelen bij het ontwerpen van onderwijsarrangementen,

waarbij rekening gehouden wordt met individuele verschillen.

4.3. Relaties tussen leertaak-, leerling- en instructiekenmerken

Bij psychomotorische taken op toepassingsniveau dienen onderwijsmaatregelen leerlingen te helpen bij het zelfstandig leren aanpakken van dergelijke taken. Ten aanzien van deze onderwijsmaatregelen kan een onderscheid worden gemaakt tussen twee uitersten. In het ene geval is er sprake van instructies, waarbij de taakrelevante vaardigheden en/of cognitieve operaties van buitenaf worden aangereikt of opgelegd. De door de leerling te verrichten operaties worden door de instructiemethode als het ware stap voor stap gespecificeerd. Eventueel worden de betrokken operaties of (deel)produkten geïllustreerd aan de hand van foto's, tekeningen of schema's. In het andere geval blijft de instructie beperkt tot het specificeren van het doel van een bepaalde taak. De leerling wordt dan verondersteld de opdracht geheel zelfstandig aan te pakken: het toepassen van taakrelevante vaardigheden en operaties komt voor zijn rekening. Eventuele problemen dient hij zelf te signaleren en zo mogelijk op te lossen. In een dergelijke leersituatie wordt de nadruk gelegd op het zelf ontdekken (discovery learning).

Bij het eerste type instructie wordt in feite de uitlegmethode (expository teaching) toegepast. De instructie heeft als functie de operaties die (eigenlijk of uiteindelijk) door de leerling zelf moeten worden verricht te verduidelijken, bijvoorbeeld door deze voor te doen of te simuleren. Er is sprake van (tijdelijk) aanvullende onderwijsmaatregelen of instructies. Salomon (1979) spreekt in dit verband van '**supplantation**'.

Het overnemen of simuleren van door de leerling te verrichten operaties wordt noodzakelijk geacht als de leerling in dit opzicht tekorten vertoont of als het wenselijk wordt geacht het maken van fouten te voorkomen: "..... the less a learner is capable of producing the requisite internal representations, whether images, propositions, summary statements or graphlike models, the more will an external code that is isomorphic with that requisite internal representation improve comprehension and learning" (Salomon, op. cit., blz. 137).

Een noodzakelijke vooronderstelling bij deze redenering is dat leerlingen via observatie en imitatie uitein-

delijk de gesimuleerde operaties zullen internaliseren. Indien internalisatie niet optreedt, is er slechts sprake van kopiëren zonder lange termijn leereffecten. In deze benadering worden vooral de **compenserende functies** van instructiemaatregelen benadrukt: het gegeven onderwijs dient leerlingen die zelf niet in staat zijn aan bepaalde leertaak-vereisten te voldoen, compensatie te bieden voor deze tekorten, totdat zij weer op eigen kracht verder kunnen. Uiteraard is 'supplantation' ook mogelijk door middel van een meer remediërende benadering. De redenering hierbij is dat bepaalde tekorten van leerlingen via **remediërende maatregelen** moeten worden opgeheven, voordat een leerling opdrachten gaat maken, waarbij de in onvoldoende mate beheerste vaardigheden worden aangesproken.

Wanneer van leerlingen wordt verwacht dat zij zelf allerlei taakspecifieke operaties voor hun rekening nemen, is er sprake van het **activeren van** (Salomon, 1979) of het **capitaliseren op** (Cronbach en Snow, 1977) vaardigheden van de leerling. Hiervan is bijvoorbeeld sprake als de leerling genoodzaakt is zelf een bepaalde opdracht intern te representeren, te analyseren en te plannen. De leerling dient hiertoe zelf een strategie te ontwikkelen, door Singer (1980a) omschreven als "...one in which the learner is capable of determining a procedure which is compatible with personal cognitive capabilities and cognitive style for the learning of a task or a category of related tasks" (op. cit., blz. 596). Uit deze omschrijving is af te leiden dat een dergelijke werkwijze voordelen kan bieden voor leerlingen die over de vereiste capaciteiten beschikken. Deze leerlingen worden immers in staat gesteld een bij hun eigen mogelijkheden aansluitende werkwijze te kiezen. Wanneer echter prerequisite vaardigheden of andere, ondersteunende cognitieve vaardigheden niet in voldoende mate aanwezig zijn, is de kans groot dat leerlingen door onvolledige oriëntatie op de opdracht of door gebrekkige analyse en planning vastlopen en in impasses verzeild raken. Deze leerlingen zullen meer gebaat zijn bij een 'supplerende' instructie, die hetzij een remediërend, hetzij een compenserend karakter draagt. In het ene geval worden ze in staat gesteld bepaalde prerequisite vaardigheden te verwerven, voordat met de eigenlijke taakuitvoering wordt begonnen. In het andere geval verschaft de instructie modellen of strategieën, die voor voldoende houvast kunnen zorgen. Het is echter van belang te onderkennen dat dergelijke benaderingen negatieve gevolgen kunnen hebben voor

'competente' leerlingen. Salomon (1971) doet de volgende voorspellingen wanneer leerlingen met voldoende eigen mogelijkheden worden geconfronteerd met remediërende, respectievelijk compenserende maatregelen: "Proficient learners experience interference or boredom with excessive remediation. High aptituders experience interference when given treatments which provide them with mediators they can provide on their own" (op. cit., blz. 340).

Compensatie en capitalisatie lijken, gezien het bovenstaande, belangrijke begrippen bij het beredeneren van mogelijke relaties tussen leertaak-, leerling- en instructiekenmerken. Volgens Snow (1978) vormt dit begrippenpaar zelfs een "...overriding theme in all ATI research". Hij merkt in dit verband op: "Individual differences among human beings come into play upon situational demand. Individuals seem to meet these demands by capitalizing on their aptitudes, and by compensating for their inaptitudes. Where possible, in effect, they substitute aptitudes they possess for those they lack. In the same sense, situations can be said to capitalize on some individual differences and to compensate for othersCapitalization and compensation thus seem to be general functions of persons, of situations, and of person-situation interactions" (op. cit., blz. 274, 275).

In het vorige hoofdstuk is aannemelijk gemaakt dat het niveau waarop een praktijkopdracht wordt voorgestructureerd een belangrijk situatiekenmerk vormt. Aangenomen mag worden dat van een hoog-gestructureerde situatie een compenserende werking kan uitgaan, terwijl een laag-gestructureerde situatie zal capitaliseren op taakrelevante leerlingkenmerken. In het volgende deel van dit hoofdstuk zal worden nagegaan in hoeverre er empirische evidentie voor deze aanname te vinden is.

4.4. ATI-onderzoek

In deze paragraaf zal onderzoek worden besproken waarbij de instructievariabele te lokaliseren is op de in 2.3 uitgewerkte voorstructureringsdimensie en waarin wordt nagegaan in hoeverre interacties van dit instructiekenmerk met relevante leerlingkenmerken optreden. De extremen op deze dimensie worden gekenmerkt door enerzijds een hoge mate van voorstructurering met veel hulp en sturing, anderzijds een lage mate van voorstructurering

met weinig hulp en sturing.

Vooraf dient te worden opgemerkt dat er met betrekking tot psychomotorische leertaken nauwelijks of geen ATI-onderzoek is verricht. Schmidt (1982), bijvoorbeeld, wijdt 689 bladzijden aan 'motor control and learning' zonder ook maar een enkele keer naar ATI-onderzoek te verwijzen. In een ander bekend handboek betreffende het motorische domein (Singer, 1980b) wordt ongeveer één bladzijde besteed aan 'aptitude and instruction interaction'. Singer merkt daarover op: "L.J. Cronbach and R.E. Snow (1977) have written a powerful argument recognizing that differential aptitudes can predict learning outcomes as well as often interact with alternative instructional conditions....Unfortunately, the efforts of Cronbach and Snow and others have been directed to cognitive materials rather than motor skills" (op. cit., blz. 217).

Op dit aspect is reeds in 1.4 gewezen. Pleidooien voor het verrichten van ATI-research met betrekking tot het motorische domein zijn te vinden bij onder andere De Klerk (1980).

Tegen de achtergrond van de in deze studie aan de orde komende thema's is het werk van Tobias zeker relevant. Uitgangspunt voor een serie door hem uitgevoerde onderzoeken is de zogenaamde '**instructional support hypothesis**'. Volgens deze hypothese dient de hulp die instructiemethoden aan leerlingen moeten bieden omgekeerd evenredig te zijn met de voorkennis en het niveau waarop taakrelevante vaardigheden worden beheerst: "...the higher the level of prior achievement, the lower the instructional support required to accomplish instructional objectives. Conversely, as level of prior achievement decreases, the amount of instructional support required increases" (Tobias, 1976, blz. 67). Van een minimale hulp is volgens Tobias sprake wanneer alleen de onderwijsinhouden aan de leerlingen worden gepresenteerd. Bewerking en verwerking van de leerstof worden dan helemaal aan de leerlingen overgelaten. Een docent kan echter ook een bepaalde onderwijsinhoud organiseren door doelstellingen te specificeren, hoofd- en bijzaken te expliciteren, gerichte vragen te stellen en/of feedback te geven. Hij kan zelfs volgens het mastery-learning principe te werk gaan, zoals bijvoorbeeld bij het Kellerplan gebeurt (Keller, 1968), door de leerstof in kleine eenheden op te delen en de voortgang te reguleren door middel van diagnostische toetsen. Aan dergelijke en andere maatregelen ligt de intentie ten grondslag de hoeveelheid hulp die door middel van onder-

wijs aan leerlingen wordt geboden te vergroten. Van een dergelijke intentie is ook sprake wanneer gezocht wordt naar een optimale volgorde waarin de subtaken of leerstofelementen waaruit een leertaak is samengesteld, verricht of bestudeerd moeten worden. Tobias (1973) vergeleek in een experiment de effecten van een willekeurige en een logische leerstofordening. De gebruikte leerstof had betrekking op het onderwerp 'hart en vaatziekten' en bestond uit een algemeen gedeelte, waarmee de studenten al relatief vertrouwd waren, en een medisch-technisch gedeelte betreffende het interpreteren van elektrocardiogrammen, dat betrekkelijk nieuw was voor de studenten. De twee sequenties leidden niet tot verschillende leerprestaties bij het relatief vertrouwde, algemene gedeelte. Bij het relatief onbekende leerstofgedeelte werden echter onder de 'logische' conditie beduidend betere prestaties behaald dan onder de 'willekeurige' conditie. Doordat de studenten onbekend waren met het te bestuderen onderwerp beschikten zij niet over een adequate cognitieve structuur of 'assimilative set' (Mayer, 1977). De willekeurige aanbiedingsvolgorde bemoeilijkte de vorming van cognitieve structuren. Bij het vertrouwde leer materiaal beschikten de studenten wel over een structuur die voldoende aanknopingspunten bood om de nieuwe informatie te integreren, ongeacht de aanbiedingsvolgorde van de leerstofelementen. Het is daarbij zelfs niet uitgesloten dat in bepaalde gevallen willekeurige sequenties tot betere leerprestaties leiden dan logische sequenties (zie Lodewijks, 1981).

Eerder had Tobias soortgelijke interacties gevonden tussen vertrouwdheid met de leerstof en feedback (Tobias, 1969). In de ene conditie moesten de studenten de stof doorlezen (leesmethode); in de andere moesten zij tussentijds vragen beantwoorden, waarna zij onmiddellijk feedback kregen (responsiemethode). Alleen wanneer de studenten niet vertrouwd waren met de leerstof bleek feedback effectiever te zijn dan het louter doorlezen van de leerstof.

Voorkennis van of vertrouwdheid met bepaalde leerstof ('familiarity') zijn variabelen die zich gemakkelijk laten operationaliseren en manipuleren. Hiervan is gebruik gemaakt door onder andere Abramson en Kagen (1975). Deze onderzoekers beïnvloedden de vertrouwdheid met de leerstof experimenteel door een gedeelte van de proefpersonen, vóór de leerstof aan de orde kwam, vertrouwd te maken met de belangrijkste begrippen en voor een ander gedeelte van de proefpersonen deze mani-

pulatie achterwege te laten. Daarna werd eenzelfde instructievariabele als bij Tobias (1969) in de onderzoeksopzet betrokken. Er bleek een disordinale interactie op te treden tussen de instructievariabele en de mate van vertrouwdheid. Voor proefpersonen die vertrouwd waren gemaakt met de leerstof leidde de 'leesmethode' tot de beste en de 'responsiemethode' tot de slechtste resultaten; voor proefpersonen waarvoor de leerstof helemaal nieuw was, bleek de responsiemethode juist het meest effectief. Tobias en Ingber (1976) merken naar aanleiding van deze bevindingen het volgende op: "Presumably, the meticulous shaping of responses in the constructed response mode (i.e. beantwoorden van vragen plus ontvangen van feedback, JvdS) led to carelessness and boredom for students who had been prefamiliarized, yielding lower achievement in this condition" (op. cit., blz. 43, 44).

Het disordinale karakter van deze interactie wordt door Tobias en Ingber eigenlijk afgedaan als een artefact. Een ordinale interactie lag, gezien de eerder verkregen onderzoeksresultaten, meer in de lijn der verwachting. Bij een onderzoek naar het bestuderen van een studietekst die betrekking had op religieuze rituelen voorspelden Tobias en Ingber (op. cit.) dan ook een ordinale interactie tussen voorkennis ('level of prior familiarity') en 'instructional support'.

De resultaten bevestigden deze hypothese: het bestuderen van een tekst met behulp van een geprogrammeerde instructie ('constructed responding') bleek voor studenten met lage voorttoetsscores effectiever te zijn dan het zelfstandig doorlezen van de tekst. Voor studenten met hoge voorttoetsscores waren beide methoden even effectief.

Ook op het terrein van de wiskunde is de rol van voorkennis en/of vertrouwdheid betreffende de leerstof bestudeerd. Wiskunde-cursussen lenen zich goed voor het toepassen van geïndividualiseerde studiesystemen. Van deze mogelijkheid wordt met name in het hoger onderwijs dan ook frequent gebruik gemaakt (zie Van Rookhuizen et al., 1976).

Een bekend geïndividualiseerd studiesysteem is het Personalized System of Instruction (Keller, 1968). Een dergelijke onderwijsmethode kan, onder verwijzing naar Tobias (1976), worden getypeerd als een voorbeeld van 'high instructional support'. Immers, de leerstof is georganiseerd in kleine eenheden met duidelijk omschreven doelen, waarbij de frequente toetsing en het gebruik maken van een 'proctor' zorgen voor een individueel

gerichte supervisie over de studievoortgang. Bovendien worden vaak aanvullende richtlijnen met betrekking tot het bestuderen van de leerstof verstrekt. Pascarella (1978) vergeleek, bij een inleidende wiskunde-cursus, de effecten van een PSI-methode met een traditionele ('low support') aanbieding van de leerstof door middel van colleges. Aangezien de studenten zelf konden bepalen welke aanbiedingsvorm zij wensten, was er sprake van een quasi-experimentele opzet (N.B.: 60 studenten kozen voor de PSI-methode, 188 voor de traditionele methode). Pascarella vergeleek beide groepen op een aantal relevant geachte kenmerken; de groepen bleken hierop niet significant van elkaar te verschillen. Alle studenten werd een voortoets met betrekking tot relevante wiskunde-kennis afgenomen. De verkregen voortoetsscores werden vervolgens, samen met de gevolgde instructiemethode, als predictor in regressie-analyses gebruikt. Deze analyses toonden aan dat er sprake was van een ordinale interactie tussen voorkennis en de beide instructiemethoden.

Voor studenten met een geringe voorkennis bleek de PSI-methode effectiever dan de collegemethode. De methoden leidden echter niet tot significant van elkaar verschillende resultaten voor studenten met veel voorkennis.

Egan en Greeno (1973) rapporteren twee experimenten die betrekking hebben op het leren oplossen van problemen uit de waarschijnlijkheidsrekening. Zij bestudeerden de effecten van twee verschillende instructiemethoden. Volgens de ene methode moesten de proefpersonen, aan de hand van het oplossen van een serie problemen, zelf de aan de oplossingen ten grondslag liggende formule ontdekken ('learning by discovery'). Bij de proefpersonen in de andere conditie werd deze formule eerst gepresenteerd en uitgelegd, waarna de verworven kennis moest worden toegepast bij het oplossen van problemen ('learning by rule'). Voor proefpersonen die laag op enkele specifieke voortoetsen scoorden bleek de regel-methode tot betere resultaten te leiden dan de ontdekkingsmethode. Voor proefpersonen met een hoge specifieke voorkennis bleken beide methoden even effectief. Deze ordinale interactie trad echter niet op wanneer een test voor wiskundige aanleg als predictor werd gebruikt (i.e. de Scholastic Aptitude Test-Mathematics). Egan en Greeno betwijfelen dan ook het nut van het opnemen van betrekkelijk algemene aanlegfactoren als leerlingkenmerk in ATI-studies: "This result is interpreted to mean that the SAT-M measures a variety of skills some of which are more important to learning by rule and some more important to learning by discovery" (op. cit., blz. 97).

Mayer et al. (1975) hebben, in het verlengde van deze experimenten, onderzoek gedaan naar de differentiële effecten van algoritmische, op de toepassing van formules gerichte, instructiemethodes en methoden, waarbij de betekenis van belangrijke begrippen uit de leerstof werd benadrukt. Zij concludeerden het volgende: "Subjects with high measured aptitudes directly relevant to instruction or given relevant preinstructional experience had more success in meaningful instruction than did subjects with lower aptitude scores, but little or no aptitude difference was found for instruction emphasizing algorithms" (op. cit., blz. 331). Ook zij stelden geen interacties vast tussen algemene aanleg en de hierboven genoemde instructiemethoden. Deze resultaten bevestigen dus de conclusie van Egan en Greeno.

De tot nu toe besproken onderzoeken kenmerken zich doordat:

- steeds een of andere vorm van '**prior achievement**' als leerlingkenmerk is gebruikt;
- ervan werd uitgegaan dat dit leerlingkenmerk, en niet een of andere maat voor algemene aanleg, zou interacteren met de hoeveelheid door middel van de instructie verschaftte hulp;
- verondersteld werd dat deze interacties een ordinaal karakter zouden hebben, dat wil zeggen, dat voor leerlingen die met de leerstof vertrouwd zijn de hoeveelheid hulp niet relevant zou zijn, maar dat voor niet met de leerstof vertrouwde leerlingen te weinig hulp negatieve gevolgen zou hebben.

'Prior achievement' kan het best worden gezien als een aspect van de '**verbal-crystallized intelligence**' (Gc; zie Snow, 1977). Het is gebruikelijk naast dit aspect, dat direct betrekking heeft op iemands georganiseerde en manipuleerbare kennis, de zogenaamde '**fluid-analytical ability**' (Gf) en de '**spatial-visualization ability**' (Gv) te onderscheiden. Gf symboliseert het vermogen op abstract niveau te redeneren en wordt in het algemeen vastgesteld door middel van tests, waarbij de opgaven abstracte redeneer-processen vereisen, al dan niet betrekking hebbend op figurale informatie. Gv kan worden vastgesteld met behulp van tests die betrekking hebben op het ruimtelijk voorstellingsvermogen (zie ook 3.2). Hierna zullen enkele onderzoeken worden besproken, waarbij, a) al dan niet naast Gc, ook Gf- en Gv-tests zijn betrokken en b) niet op voorhand uitsluitend ordinale interacties tussen deze tests en de betrokken instructiekenmerken zijn voorspeld.

Salomon (1974) rapporteert een drietal ATI-experimenten

die betrekking hebben op het leren uitvoeren van bepaalde ruimtelijke transformaties. In communicatiemediën als film en televisie wordt vaak gebruik gemaakt van symbolische operaties met een niet-verbaal karakter; het gaat hier om symboolsystemen met "...specific codes to represent relatively unique transformations in space and time (e.g., slow motion, the zoom of a camera, rotations, etc.)" (op. cit., blz. 499). Salomon toont aan dat dergelijke film-technische operaties via imitatie en internalisatie tot potentieel beschikbare, algemeen toepasbare cognitieve operaties kunnen uitgroeien. Hij baseert zich daarbij op Bruner ("...for communication systems to be effective they must produce appropriate internal counterparts in their users' minds" (op. cit., blz. 499)) en Piaget ("The imitation and internalization of operations are ...a major element in the generation of schematic images and are part of one's developing intelligence" (op. cit., blz. 500)). De nadrukkelijkheid (explicitness) waarmee de te internaliseren operatie werd gepresenteerd, fungeerde als instructievariabele. Hierbij werden drie niveaus onderscheiden. In de 'modeling' conditie werd door middel van filmopnamen de betrokken operatie volledig gedemonstreerd. Dat gebeurde door de presentatie van achtereenvolgens begintoestand, transformatie en eindtoestand. In de 'short-circuiting' conditie werden door middel van dia's alleen de begin- en de eindtoestand getoond. Onder de derde conditie, de 'activation' conditie, werd op een dia alleen de begintoestand gepresenteerd. De te leren transformaties waren het 'inzoomen' op details en het genereren van uitslagen ('laying out of objects', i.c. ruimtelijke voorwerpen in een plat vlak transformeren).

Salomon betrok verschillende leerlingkenmerken in zijn onderzoek. Naast de mate waarin de proefpersonen bij de aanvang van het experiment beschikten over relevante vaardigheden als het vermogen om details in een context waar te nemen ('cue attendance'), werden onder andere veld(on)afhankelijkheid en verbale intelligentie gemeten. Uit de resultaten bleek dat proefpersonen die laag scoorden op deze tests het meest profiteerden van de instructieconditie waarbij de te leren transformatie daadwerkelijk werd gedemonstreerd. Proefpersonen met hoge testcores leverden echter de beste prestaties in de activatieconditie, waar zij de betrokken transformatie zelf mentaal moesten uitvoeren. Salomon merkt naar aanleiding van deze resultaten het volgende op: "It appears that the very explicit modeling films offered a mediating transformation which interfered with the already developed mediational capability of those

subjects. They did profit, however, from a condition which called upon mediators that they had mastered already" (op. cit., blz. 503).

Koran et al. (1971) onderzochten de effecten van twee verschillende methoden om bij aanstaande leerkrachten de vaardigheid in het stellen van analytische vragen te verhogen. Bij de ene methode werden de te leren vaardigheden op een videofilm gedemonstreerd. Deze methode werd vergeleken met een schriftelijke aanbieding van de leerstof, die was afgeleid van het gesproken commentaar bij de videofilm. De prestaties van de studenten werden zowel gedragsmatig, in een 'micro-teaching' situatie, als schriftelijk getoetst. Uit de data-analyses bleek dat er sprake was van verschillende disordinale interacties tussen de in het onderzoek betrokken studentkenmerken en de twee experimentele condities op de frequentie, variëteit en kwaliteit van de analytische vragen, die werden geobserveerd tijdens de 'micro-teaching' toets. Tussen de scores op deze afhankelijke variabelen enerzijds en de scores op een veld(on)afhankelijkheidstest (HFT, deel I), een bepaalde geheugen- en een doolhoftest anderzijds, bleken in de schriftelijke conditie positieve verbanden te bestaan. In de video-conditie, echter, was er sprake van een negatieve samenhang tussen de afhankelijke variabelen en de veld(on)afhankelijkheid, respectievelijk de prestaties op de geheugentest; er was geen samenhang met de resultaten van de doolhoftest.

Koran et al. voorspelden echter 'omgekeerde' disordinale interacties. Redenerend vanuit een capitalisatiegedachte verwachtten zij dat de videopresentatie superieur zou zijn voor studenten met een goed perceptueel inzicht. Zij merken dan ook op dat "...hypotheses concerning the direction of aptitude x treatment interactions cannot be based only upon superficial content similarities between aptitude tests and learning tasks" (op. cit., blz. 225). Een audiovisuele presentatie kan blijkbaar ook een compenserende functie vervullen voor studenten die een geringe perceptueel-analytische aanleg hebben. "Such treatments may provide a behavioral representation for the learner that he could not generate for himself if given the written-modelling treatment, and thereby it facilitates his performance. Conversely, for high perceptual-analytic subjects, the presentation of such detailed, concrete information at a fixed, perhaps slow pace, may not only fail to be facilitative, but may interfere with encoding processes or attenuate performance through boredom or fatigue" (op. cit., blz. 227).

Mayer (1975) deed onderzoek naar het leren programmeren van computers onder twee instructiecondities. In de ene conditie kregen de proefpersonen de beschikking over een computermodel, waarbij door middel van analogieën de betekenis van de verschillende onderdelen van de computer werd uiteengezet. Deze instructie zou voor de proefpersonen als 'meaningful learning set' moeten functioneren. In de andere conditie, waar sprake was van een 'rote learning set', werd de werking van een computer uitgelegd aan de hand van een aantal, op zich betekenisloze, geometrische symbolen in een stroomdiagram.

De modelconditie bleek het best te functioneren voor de leerlingen met een geringe wiskundige aanleg, zoals gemeten met behulp van de Scholastic Aptitude Test. Leerlingen met een goede aanleg voor wiskunde presteerden echter het best onder de stroomdiagramconditie. Mayer merkt over deze interactie het volgende op: "Since the model may be a rather arbitrary and contrived crutch for learners, it may actually interfere with high ability learners who already have a rich set of more sophisticated knowledge, while at the same time provide a meaningful learning set to learners low in ability" (op. cit., blz. 733).

Door Lodewijks (1981) is onderzoek verricht naar de effecten van variaties in de aanbiedingsvolgorde van leerstofelementen op de wijze waarop de leerstof werd verwerkt en onthouden. In de uitgevoerde onderzoeken werd steeds gebruik gemaakt van een schriftelijke cursus natuurkunde, die betrekking had op fundamentele begrippen uit de elektriciteitsleer, zoals weerstand, ohm, ampère en stroomsterkte.

In de literatuur worden verschillende soorten leerstofsequenties onderscheiden. In een ATI-onderzoek vergeleek Lodewijks onder andere de effecten van een zogenaamde referentiële en een hiërarchische conditie met twee verschillende autodeterminatie condities. De referentiële en de hiërarchische sequenties verplichtten de leerlingen de leerstof in een vaste volgorde door te werken. Daarbij werd in de referentiële sequentie de volgorde van de leerstofelementen bepaald door het aan de leerstof ten grondslag liggende netwerk van verwijzingen. De hiërarchische sequentie was gebaseerd op de aan de leerstof inherente logisch-voorwaardelijke opvolging van de begrippen. Onder de beide autodeterminatie condities werd de bepaling van de bestudering volgorde overgelaten aan de leerlingen, al dan niet onder toevoeging van aanwijzingen betreffende de wijze

waarop van deze vrijheid gebruik kon worden gemaakt. Tussen de vaste-volgorde en vrije-volgorde condities enerzijds en de leerlingkenmerken inductief en deductief redeneervermogen, analogie redeneervermogen en veld(on)-afhankelijkheid anderzijds bleken significante disordinaire interacties op te treden. Leerlingen met hoge scores op de tests, waarmee deze leerlingkenmerken werden gemeten, bleken onder de vrije-volgorde condities op alle afhankelijke variabelen het hoogst te scoren. Deze leerlingen presteren blijkbaar het best wanneer zij de gelegenheid krijgen de leerstof te bestuderen op grond van een eigen analyse en planning. Een aanbiedingsvolgorde die is gebaseerd op een door leerstof-experts verrichte analyse werkt in hun nadeel. Voor leerlingen die laag scoorden op de bovenbedoelde tests bleek het tegenovergestelde te gelden. Zij leverden de beste prestaties onder vaste-volgorde en de slechtste onder vrije-volgorde condities.

Zich baserend op, onder andere, de eerder besproken onderzoeksresultaten van Tobias, verwachtte Lodewijks ook interacties tussen de experimentele condities en de in zijn onderzoek betrokken tests betreffende de vertrouwddheid van de leerlingen met de leerstof en de geschatte moeilijkheidsgraad. Deze variabelen leidden echter alleen tot (sterke) hoofdeffecten.

4.5. Conclusies en concretisering van de onderzoeksvraagstellingen

Bij de in 4.4 besproken ATI-studies waren verschillende instructiekenmerken betrokken. Hoewel deze methoden qua uiterlijke verschijningsvorm nogal van elkaar verschillen, is het mogelijk ze te classificeren op de dimensie lage versus hoge voorstructurering. Bij wijze van samenvatting kunnen de volgende, in 4.4 aan de orde gestelde, instructiemethoden als laag-gestructureerd worden aangemerkt:

- Het aanbieden van leerstofelementen in een willekeurige of zelf te kiezen volgorde (Tobias, 1973; Lodewijks 1981).
- De leerstof, zonder verdere toelichting of aanvulling, schriftelijk of verbaal presenteren (Tobias, 1969; Abramson en Kagen, 1975; Tobias en Ingber, 1976; Koran et al., 1971; Pascarella, 1978).
- De leerlingen zelf bepaalde regels, principes of operaties laten ontdekken (Egan en Greeno, 1973; Mayer, 1975; Salomon, 1974).

Van een relatief hoge voorstructurering, daarentegen, was sprake bij:

- Het aanbieden van leerstofelementen in een logische volgorde (Tobias, 1973; Lodewijks, 1981).
- Het organiseren en aanbieden van de leerstof volgens de principes van mastery-learning of geprogrammeerde instructie (Tobias, 1969; Abramson en Kagen, 1975; Tobias en Ingber, 1976; Pascarella, 1978).
- Het verstrekken van expliciete regels of modellen (Egan en Greeno, 1973; Mayer, 1975; Salomon, 1974; Koran et al., 1971).

Uit de resultaten van de in 4.4 besproken onderzoeken kunnen de volgende algemene **conclusies** worden getrokken:

- Een hoge mate van voorstructurering is voordelig voor leerlingen die niet of nauwelijks met de leerstof vertrouwd zijn en/of weinig aanleg hebben, maar onnodig of nadelig voor leerlingen die met de leerstof vertrouwd zijn en/of veel aanleg hebben.
- Een lage mate van voorstructurering is nadelig voor leerlingen die niet met de leerstof vertrouwd zijn en/of weinig aanleg hebben, maar niet nadelig of zelfs voordelig voor leerlingen die met de leerstof vertrouwd zijn en/of veel aanleg hebben.

Deze differentiële effecten van hoog-, respectievelijk laag-gestructureerde onderwijsmethoden hangen samen met de verschillende functies die een bepaalde methode kan vervullen voor verschillende typen leerlingen.

De resultaten van de geciteerde onderzoeken wijzen erop dat een hoog-gestructureerde methode voor leerlingen met bepaalde tekorten (i.c. met betrekking tot voorkennis of bepaalde aanleg-factoren) een compenserende functie kan vervullen. Dit gebeurt doordat bepaalde met de bestudering van de leerstof gepaard gaande informatieverwerkings-operaties (bijvoorbeeld analyseren van de leerstof) van de leerling worden overgenomen (de leerkracht of de methode doet voor de leerling wat deze zelf niet kan). Eenzelfde methode kan echter ook interfereren met de geprefereerde of habituele wijze van informatieverwerking van met de leerstof vertrouwde of intelligente leerlingen (de leerkracht of de methode schrijft voor wat de leerling zelf beter kan). Een laag-gestructureerde methode laat leerlingen met tekorten aan hun lot over (de leerkracht of de methode laat na te doen wat de leerling zelf niet kan). Eenzelfde methode capitaliseert op of activeert de eigen mogelijkheden van bekwame leerlingen (de leerkracht of de methode waakt ervoor niet te doen wat de leerling zelf beter kan).

Uit de aangehaalde onderzoeken en de bovengenoemde con-

clusies blijkt dat de gevonden interacties zich niet alleen voordoen wanneer de mate van vertrouwdheid met de leerstof als leerlingkenmerk wordt gehanteerd.

Interacties treden ook op met meer algemene leerlingkenmerken als veld(on)afhankelijkheid, aanleg voor wiskunde en abstract redeneer vermogen (dus Gf-kenmerken). Hieruit zou kunnen blijken dat Tobias' 'instructional support' hypothese niet alleen betrokken dient te worden op 'prior familiarity', maar ook op meer algemene, taakrelevante eigenschappen. De hulp die het onderwijs aan leerlingen verschaft zou dus zowel omgekeerd evenredig moeten zijn met taakspecifieke als met meer algemene, taakrelevante vaardigheden of eigenschappen.

Ook Cronbach en Snow (1977) hebben in hun ATI-overzichtsstudie gewezen op het belang van het betrekken van meer algemene aanlegfactoren en algemene vaardigheden in ATI-studies, omdat deze kenmerken veelvuldig tot interacties aanleiding geven: "...whereas we had expected specialized abilities rather than general abilities to account for interactions, the abilities that most frequently enter into interactions are general" (op. cit., blz. 496).

Een andere kwestie betreft de aard van de te verwachten interacties en wel met name de vraag of op ordinale dan wel op disordinale interacties gerekend kan worden. Eerder is erop gewezen dat bij het onderzoek dat geïnspireerd is op Tobias' 'instructional support' hypothese, werd uitgegaan van ordinale interacties: een hoge mate van voorstructurering (met de bedoeling veel hulp te bieden) zou voordelig zijn voor zwakke leerlingen, maar niet nadelig voor bekwame leerlingen. De resultaten van de in dit hoofdstuk besproken ATI-studies hebben duidelijk gemaakt dat er naast ordinale ook disordinale interacties optreden.

Wellicht is het absolute niveau van de geboden hulp of de gekozen voorstructurering hierbij de bepalende factor. Ordinale interacties zouden dan verwacht kunnen worden bij matige tot hoge niveaus van voorstructurering, disordinale bij hoge tot zeer hoge niveaus van voorstructurering. Het is echter moeilijk om in een bepaalde situatie het niveau waarop hulp wordt geboden of de mate waarin de leerstof wordt voorgestructureerd in absolute zin vast te stellen en vervolgens dienaangaande een vergelijking te maken met andere situaties. Daarvoor is de context een te sterk bepalende factor; wat in de ene context een hoge voorstructurering is, is in een andere context wellicht een lage en omgekeerd. Het is wel opvallend dat er in de onderzoeken, waar

disordinale interacties zijn geconstateerd, sprake was van expliciete modellen of demonstraties (Mayer, 1975; Salomon, 1974; Koran et al., 1971). Juist een dergelijke nadrukkelijke en verplichtende presentatie zou kunnen interfereren met de vaardigheden en geneigdheden van bekwame leerlingen en op deze manier mede disordinale interacties kunnen veroorzaken. Overigens heeft Tobias (1982) zelf ook gewezen op de mogelijkheid dat een grote hoeveelheid hulp of structuur **interferentie** bij bepaalde leerlingen kan veroorzaken: "Providing instructional support to students who have substantial experience with a subject may do little to increase achievement, and may actually be counterproductive. That is, additional support typically requires students to spend more time and effort on material that they can master in less time-consuming ways. The extra support might then cause enough boredom, carelessness, or fatigue to reduce achievement compared to a 'leaner' instructional strategy" (op. cit., blz. 7.).

Hiermee geeft Tobias een **motivationale** verklaring voor het interferentiefenomeen. In deze redenering is het achterblijven van de prestaties van de bekwame leerlingen onder hoog-gestructureerde condities het gevolg van de demotiverende invloed van de instructiemethode. Snow (1977) heeft erop gewezen dat er ook een '**cognitieve**' verklaring mogelijk is. Hij gaat daarbij uit van de volgende hypothetische redenering: "...instructional treatments differ in the information-processing burdens they place on, or remove from the responsibility of the learner, and the regression slopes of cognitive outcome on G become steeper or shallower accordingly" (op. cit., blz. 69). Vervolgens vat hij de resultaten van studies, waarin het interferentiefenomeen is geconstateerd, als volgt samen: "All these studies hint that treatments based on simplified models, algorithms, direct rules to follow, etc. may be detrimental to High G students, even when they help Low G students. This is a special case of the general hypothesis stated earlier about the locus of the information-processing burden, student or treatment. It is an especially interesting case because it implies negative effects on High G students. Some kind of interference phenomenon, operating between what the model tries to help students do and what students would ordinarily do on their own, seems to be responsible. But the source of this interference cannot be pinned down more exactly at present" (op. cit., blz. 75). Enkele jaren later merkt Snow (1980) bij de bespreking van enkele onderzoeken betreffende Individually Prescribed Instruction (IPI) ten aanzien van de mogelijke oorzaken

van het interferentie-effect, nog het volgende op: "...IPI may be dysfunctional for the more able students, who can organize their own learning; they already possess efficient assembly programs for the cognitive activities required by conventional instruction, so they seem better off with the conventional situations in which they can easily keep up and perhaps move ahead. In effect, they are exercising and capitalizing upon prior assemblies with which they are already comfortable. Whether the apparent dysfunction for them should be attributed to cognitive interference, to motivational 'turnoff' to both, or to other factors is unclear" (op. cit., blz. 39, 40).

Tot slot van dit hoofdstuk dient - op basis van de voorgaande theoretische achtergronden - de vraagstelling die in 1.3 is geformuleerd nader te worden geconcretiseerd. De belangrijkste vragen die richting hebben gegeven aan het onderzoek dat in het kader van het project 'Het leren van psychomotorische vaardigheden in het lager technisch onderwijs' is uitgevoerd, zijn de volgende:

- Treden interacties van het bovengenoemde type ook op in onderwijssituaties waar het gaat om het leren uitvoeren van psychomotorische taken op toepassingsniveau?
- Treden eventuele interacties ook op indien 'Gv'-leerlingkenmerken in het onderzoek worden betrokken? Hierbij wordt vooral gedacht aan de ruimtelijk-technische intelligentie, omdat dit kenmerk, gezien de taakanalyses, als uitermate relevant kan worden beschouwd.
- Kunnen procesregistraties meer licht werpen op de aard van de eventuele interacties?

De **centrale onderzoekshypothese** kan nu als volgt worden geformuleerd:

Bij psychomotorische taken op toepassingsniveau leveren leerlingen die in geringe mate beschikken over taakrelevante eigenschappen de beste prestaties onder hoog-gestructureerde instructie-condities; leerlingen die in ruime mate over deze eigenschappen beschikken presteren het best onder laag-gestructureerde condities.

Hoofdstuk 5. Opzet van het onderzoek

In dit hoofdstuk worden eerst enkele belangrijke aspecten van de onderzoekssituatie belicht (5.1), daarna komen de gehanteerde onderzoeksmethoden aan de orde (5.2). Tenslotte wordt ingegaan op de wijze waarop de verkregen data zijn verwerkt (5.3).

5.1. Onderzoekssituatie

In het kader van deze studie zijn vijf onderzoeken uitgevoerd. Deze onderzoeken worden hierna betiteld als, respectievelijk, 'Onderzoek 1', '2', '3', '4', en '5'. Alle onderzoeken hebben plaatsgevonden in theorie- en praktijklokalen van de betrokken scholen. Onderzoek 2 is gedeeltelijk uitgevoerd in een onderzoeksruijnte van de Technische Hogeschool Eindhoven. In Onderzoek 1, 2 en 5 fungeerden praktijkdocenten als proefleider/docent, terwijl bij Onderzoek 3 en 4 deze rol vervuld werd door (via bemiddeling van de Gewestelijke Arbeidsbureaus te Tilburg en Eindhoven aangestelde) onderzoeksassistenten. In de Onderzoeken 1 en 5 maakten de leerlingen de betrokken praktijkopdrachten klassikaal/groepsgewijs. Bij de Onderzoeken 2, 3 en 4 hebben de leerlingen individueel (één voor één) gewerkt en zijn zij tijdens de taakuitvoering geobserveerd.

De aan de leerlingen verstrekte, schriftelijke instructies betreffende de uitvoering van de opdrachten zijn steeds in overleg met vakdidactici van de Nieuwe Leraren Opleiding te Eindhoven en/of met bij het onderzoek betrokken praktijkdocenten opgesteld.

5.2. Onderzoeksmethode

Alle onderzoeken zijn opgezet volgens het Aptitude-Treatment-Interaction paradigma. De leerlingen zijn daarbij òf aselect òf op grond van testcores verdeeld over de experimentele condities, behalve bij het eerste deel van Onderzoek 3, waar de prestaties van elke leerling onder alle experimentele condities zijn gemeten. Steeds zijn de interacties tussen de betrokken leerlingen en instructiekenmerken onderzocht op verschillende afhankelijke proces- en/of produktvariabelen. Een **procesvariabele** heeft betrekking op het proces van totstandkoming van een werkstuk en is gemeten door middel van interviews, vragenlijsten en/of observaties. Een **produktvariabele** heeft betrekking op de kwaliteit van het door de leerling vervaardigde eindprodukt. De werkstukken van de leerlingen zijn met dit doel beoordeeld op volledigheid, maatvoering en afwerking. Hierbij is de volgende procedure gehanteerd:

- a. Een aantal praktijkdocenten is gevraagd op welke punten een bepaald werkstuk beoordeeld dient te worden.
- b. Vervolgens is hen gevraagd door paarsgewijze vergelijking de belangrijkheid van de verschillende beoordelingsaspecten te bepalen.
- c. Op grond van de bij stap b verkregen gegevens zijn per beoordelingsaspect schaal en gewicht vastgesteld.
- d. Waar nodig en mogelijk zijn beoordelingsmallen gemaakt.
- e. Op basis van het voorafgaande zijn beoordelingslijsten met criteria gemaakt.

De aldus ontwikkelde beoordelingsprocedures bleken betrouwbare meetresultaten op te leveren en ook sterk samen te hangen met door praktijkdocenten zelf uitgevoerde beoordelingen (zie Van der Sanden, 1981, 1982, 1984, waar inter- en intrabeoordelaar betrouwbaarheden van .90 en hoger worden gerapporteerd).

De **observatieprocedures** zijn op de volgende manier ontwikkeld:

- a. Op grond van uitgebreide taakanalyses zijn de door de leerlingen te verrichten handelingen onderverdeeld in een aantal **oriënterende** en **uitvoerende** handelingen. Voorbeelden van oriënterende activiteiten zijn: het lezen van instructies, het bestuderen of raadplegen van een tekening, het maken van aantekeningen, werkonderbrekingen met de bedoeling om na te denken (denkpauzes), controleren van het werkstuk en hulp vragen. De aard van de uitvoerende activiteiten is

uiteraard afhankelijk van de taak. Verschillende materiaalbewerkingen als knippen, strippen en zagen vallen hieronder.

- b. Alle bij a bedoelde observeerbare handelingen zijn van een code voorzien. Tevens is een restcategorie toegevoegd.
- c. Op een observatieformulier konden de gecodeerde handelingen worden aangetekend achter het tijdstip waarop ze zich voordeden.
- d. Bij Onderzoek 2 is bovendien van elke leerling een volledige video-opname gemaakt. Met behulp van deze opnames konden observatielijsten worden gecontroleerd.

De observatieprocedure bleek redelijk betrouwbare resultaten op te leveren, zeker waar het ging om het onderscheid tussen oriënterende en uitvoerende activiteiten (zie Van der Sanden, 1982).

Naast observaties zijn in het kader van de procesmeting ook vragenlijsten en interviews gebruikt. Daarbij is de leerlingen gevraagd zelf een oordeel te geven over zaken als:

- de moeilijkheidsgraad van de gemaakte praktijkopdracht;
- de aard van de ontplooiende cognitieve activiteiten;
- de schriftelijke instructies.

In het onderzoek zijn verschillende tests betrokken om informatie over de relevant geachte leerlingkenmerken te verkrijgen. Hieronder volgt van elk van deze tests een korte beschrijving.

a. Subtests uit de DAT (Differentiële Aanleg Tests)

De Nederlandse versie van de DAT-testbatterij is ontwikkeld door Fokkema en Dirkzwager (1968). In het onderzoeksproject zijn ter vaststelling van de verbale intelligentie van de leerlingen drie subtests gebruikt, te weten: Taalgebruik I (Woordbeeld), Taalgebruik II (Zinnen) en Analogieën. Daarnaast zijn de subtests Ruimtelijk Inzicht en Technisch Inzicht afgenomen om de ruimtelijk-technische intelligentie van de leerlingen te kunnen vaststellen. De subtests bestaan alle uit een testboekje en een los antwoordformulier. De tests zijn klassikaal afgenomen. De tijdslimiet is 25 minuten voor 'Zinnen' en 30 minuten voor de overige tests. Hieronder volgt een korte typering van elke test.

Analogieën. Deze subtest stelt de leerlingen voor de opgave analogie-redeneer-problemen van het type begrip A: begrip B = begrip C: begrip D op te lossen, waarbij de middelste begrippen gegeven zijn en de buitenste

begrippen uit tweemaal vier mogelijkheden moeten worden gekozen. Er zijn 50 opgaven, die in moeilijkheidsgraad oplopen. De maximumscore is 50 en is gelijk aan het aantal juiste antwoorden.

Woordbeeld. De taak van de leerlingen bij deze subtest bestaat uit het beoordelen van de spelling van woorden. Er zijn 102 items, waarbij steeds uit een aantal alternatieven het correct gespelde woord moet worden gekozen. De opgaven lopen op in moeilijkheidsgraad. De score bedraagt maximaal 102 en wordt bepaald door het aantal foute antwoorden van het aantal goede af te trekken.

Zinnen. Deze subtest bestaat uit 50 zinnen die elk onderverdeeld zijn in een aantal zinsdelen. De leerlingen moeten aangeven welke van de zinsdelen taalfouten en/of grammaticale fouten bevatten. De maximumscore is 62 en wordt bepaald door het aantal foute antwoorden van het aantal goede af te trekken.

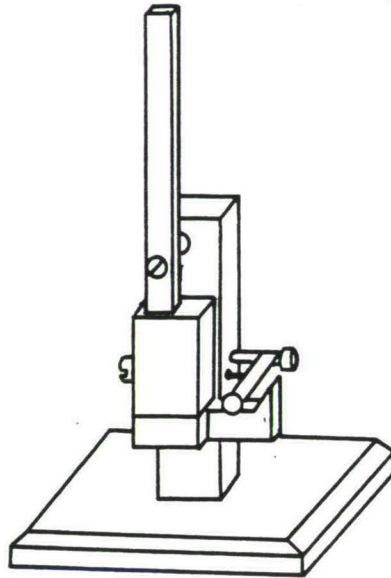
Ruimtelijk inzicht. Deze test heeft 40 opgaven. Elke opgave bestaat uit één afbeelding van een platte figuur (een zogenaamde uitslag) en vijf afbeeldingen van verschillende ruimtelijke figuren. De leerlingen moeten vaststellen welke van die ruimtelijke figuren correspondeert (corresponderen) met de gegeven platte figuur. De scoring vindt plaats door het totaal aantal foute antwoorden af te trekken van het totaal aantal goede. Het maximum aantal te behalen punten bedraagt 100.

Technisch inzicht. De opgaven van deze DAT-subtest '.... bestaan uit plaatjes, waarmee een eenvoudig technisch, mechanisch of natuurkundig probleem in praktische inkleiding gepresenteerd wordt met een bijbehorende vraag' (Fokkema en Dirkzwager, 1968, blz. 11). Bij elk probleem zijn drie antwoordmogelijkheden gegeven, waaruit de leerlingen een keus moeten maken. De test bestaat uit 68 opgaven, en wordt gescoord door de helft van het aantal foute antwoorden af te trekken van het aantal goede antwoorden. De maximum score is 68.

b. De slagboomtest

Bij deze test (Hische, 1971) wordt de leerling geconfronteerd met een uit metaal vervaardigde slagboom, bestaande uit zes onderdelen, die door middel van vijf schroeven met elkaar zijn verbonden. De leerling mag het voorwerp enige tijd bekijken en manipuleren. Hij moet de slagboom daarna uit elkaar halen en vervolgens weer in elkaar zetten. Als score geldt de tijd die nodig is om de slagboom in elkaar te zetten. Met behulp van deze test kan het technisch inzicht van de leerling worden bepaald.

In figuur 5.1 is een tekening van de slagboom opgenomen.



Figuur 5.1 : Slagboom

c. De Minnesota Spatial Relations Test

Deze test meet zowel handvaardigheid als ruimtelijk inzicht. In de handleiding wordt de meetpretentie van de test als volgt verwoord: "The MSRT is a performance test developed to assess spatial visualization ability. Users will find the MSRT especially helpful in the evaluation of student or employee performance in courses or jobs that require accurate perception of spatial relations and the rapid manipulation of three-dimensional objects" (Manual MSRT, 1979). De test bestaat uit vier borden met uitsparingen (formboards); deze zijn ondergebracht in twee koffertjes: de borden A en B zitten in het ene, de borden C en D in het andere koffertje. Elk bord bevat 58 uitsparingen waarin corresponderende figuren geplaatst kunnen worden. De uitsparingen zijn per bord verschillend gearrangeerd. De geometrische figuren voor de borden C en D zijn kleiner dan de figuren die behoren bij de borden A en B.

De leerling krijgt eerst als opdracht de figuren van bord B naar bord A te verplaatsen, vervolgens de figuren

van bord A naar bord B te verplaatsen, daarna de figuren van bord D naar bord C over te brengen en tot slot van bord C naar bord D. Hij moet daarbij één en dezelfde hand voor alle borden gebruiken en krijgt als instructie zo snel mogelijk te werken. Er is geen gelegenheid om te oefenen.

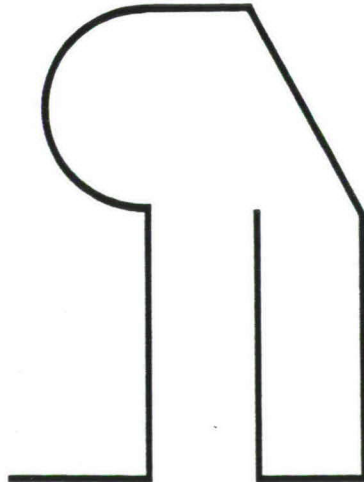
De test levert per leerling tijd- en foutenscores op. Daarbij wordt gescoord voor de borden afzonderlijk, voor het totaal van A en B, voor het totaal van C en D en voor het totaal van A, B, C en D. Onder een fout wordt verstaan:

"a. trying to push a block into a cutout of the wrong shape, b. placing a block in a cutout of the same shape but larger than the block, and c. placing a block in the correct cutout and then removing the block" (op. cit., blz. 11).

d. De draadbuigtest

In het onderzoek is gebruik gemaakt van de door Lienert (1961) ontwikkelde, geobjectiveerde versie van de draadbuigtest. Met behulp van deze test kan de handvaardigheid van de leerlingen worden bepaald.

Het testmateriaal bestaat uit een recht stukje ijzerdraad van 25 cm lengte en 1 mm dikte en een kaartje met daarop het voorbeeld van de na te buigen figuur (zie figuur 5.2).



Figuur 5.2 : Voorbeeldfiguur draadbuigtest

De voorbeeldfiguur is groter dan de uiteindelijke draadfiguur. De leerlingen dienen de voorbeeldfiguur op armlengte voor zich te plaatsen en de figuur in ijzerdraad met hun handen na te buigen. Er mag geen gereedschap worden gebruikt. Voor het maken van de test is geen tijdslimiet gegeven (in de praktijk neemt de test ongeveer 10 minuten in beslag).

De scoring vindt plaats met behulp van een meetkaart, waarop de toegestane afwijkingen zijn aangegeven. Er wordt onder andere beoordeeld op de lengte van de verschillende delen van de figuur, op de vorm van de hoeken, op vorm en grootte van de halve cirkel, op de evenwijdigheid van de draadgedeelten en op de vlakheid van de figuur. Het totaal aantal te behalen punten bedraagt 30.

e. Het Purdue Pegboard

Deze test wordt gebruikt om de vingervaardegheid te meten. In een langwerpige plank bevindt zich zowel rechts als links een rij gaatjes. Bovenaan de plank zitten vier grote uitsparingen waarvan de buitenste twee een hoeveelheid pinnetjes bevatten en de middelste twee gevuld zijn met ringetjes en busjes. De leerling moet zo snel hij kan met de rechterhand één voor één de pinnetjes in de rechter rij met gaatjes steken. Daarna doet hij hetzelfde met de linkerhand in de linker rij en vervolgens met de linker- en de rechterhand tegelijkertijd. Als laatste onderdeel (Montage) maakt de leerling met de pinnetjes, busjes en ringetjes een 'constructie', waarna hij de constructie in een gaatje plaatst. De score wordt bepaald door het aantal constructies dat binnen één minuut in de gaatjes is geplaatst.

In het onderhavige onderzoek is alleen het montage-onderdeel van deze test betrokken.

f. De Group Embedded Figures Test

Deze groepsgewijs af te nemen 'verborgen figuren' test werd ontwikkeld door Witkin, Oltman, Raskin en Karp (1971) en is bedoeld om de veld(on)afhankelijkheid te meten. In dit onderzoek is gebruik gemaakt van een door de vakgroep Onderwijspsychologie van de KHT ontwikkelde Nederlandstalige versie van deze test. De test bestaat uit drie in moeilijkheidsgraad oplopende delen met daarin achtereenvolgens 7, 9 en 9 ingewikkelde geometrische figuren. De leerlingen moeten proberen bepaalde eenvoudige figuren in de complexe figuren te ontdekken en deze vervolgens overtrekken met potlood. De eenvoudige figuren zijn op de achterpagina van het testboekje afgedrukt.

Voor het eerste deel krijgen de leerlingen twee minuten tijd. Dit geldt - zonder dat de leerlingen dat weten - als oefendeel en wordt niet mee gescoord. Zowel voor het tweede als het derde deel zijn vijf minuten beschikbaar. De score voor het tweede en derde deel is het aantal goed gelocaliseerde en overgetrokken figuren: de maximale score is 18.

g. De Matching Familiar Figures Test

Met behulp van deze door Kagan et al. (1964) ontwikkelde test kan informatie worden verkregen over de impulsiviteitreflectiviteit van de leerling. De proefleider presenteert de leerling tegelijkertijd een standaardplaatje (bijvoorbeeld van een schaar of een telefoon) en zes andere plaatjes die alle op één na op details afwijken van het standaardplaatje. Het is de taak van de leerling om uit de zes alternatieven dat plaatje te kiezen dat gelijk is aan het standaardplaatje. De test bestaat uit 12 items, voorafgegaan door 2 oefenitems. De 'standaard' en de zes plaatjes zijn steeds gelijktijdig zichtbaar. Per item wordt genoteerd na hoeveel tijd de leerling zijn eerste antwoord geeft, alsmede of het antwoord goed of fout is. De leerling wordt niet gestimuleerd om zijn antwoord zo vlug of zo nauwkeurig mogelijk te geven. De test levert de volgende scores op: de over twaalf items gemiddelde reactietijd met betrekking tot het eerste antwoord en het aantal foute (eerste) antwoorden (maximaal twaalf).

h. De prestatiemotivatietest voor kinderen

Deze door Hermans (1971) ontwikkelde persoonlijkheidsvragenlijst bestaat uit een boekje met 94 vragen en een los antwoordformulier. Bij elk item staat een aantal voorgedrukte antwoorden. De leerlingen dienen het antwoord dat het meest van toepassing is uit te kiezen en vervolgens aan te geven op een afzonderlijk antwoordvel. De test duurt 20 à 30 minuten; er is geen tijdslimiet. De test bestaat uit de volgende vijf schalen (waarbij tussen haakjes de bij de schaal behorende maximumscore is vermeld): prestatiemotivatie (33), positieve faalangst (17), negatieve faalangst (15), gecombineerde F (31) en sociale wenselijkheid (16).

i. Tests met betrekking tot subjectieve competentie en beheersingsniveau der basisvaardigheden

Om de opvattingen van leerlingen betreffende hun niveau van kennen en kunnen vast te stellen zijn drie vragenlijsten gebruikt. Deze hebben respectievelijk betrekking op de ervaring van de leerlingen met de taakspecifieke

deelhandelingen, de geschatte moeilijkheidsgraad van deze deelhandelingen en de inschatting van de kans de handelingen met succes te kunnen uitvoeren. Achter elke vraag is een vijfpuntsschaal opgenomen, waarop de leerlingen hun antwoorden moeten aangeven. Om informatie te verkrijgen over het feitelijk beheersingsniveau van de vaardigheden waarop een bepaalde praktijkopdracht een beroep doet, dient een praktijktoets betreffende deze vaardigheden te worden afgenomen. In Onderzoek 5 is een dergelijke toets gebruikt.

5.3. Dataverwerking

In het voorafgaande zijn vier groepen variabelen genoemd, te weten produkt-, proces-, leerling- en instructievariabelen.

In elk van de vijf hierna aan de orde komende onderzoeken zijn de **produktcores** berekend door de scores op de afzonderlijke items van de respectieve beoordelingsinstrumenten op te tellen. Naast deze absolute produktcores zijn (in Onderzoek 4) ook relatieve produktcores berekend. Hierbij is een correctie toegepast voor wegens tijdgebrek door de leerling niet uitgevoerde onderdelen. Dit gebeurde door het totaal aantal behaalde punten te delen door het aantal te behalen punten voor de feitelijk uitgevoerde onderdelen.

Een en ander is berekend volgens de formule:

$$P_r = \frac{P_a}{P_t - P_m} \times 100$$

waarin, P_r = relatieve produktcore

P_a = absolute produktcore

P_t = totaal aantal te behalen punten

P_m = totaal aantal te behalen punten voor niet uitgevoerde onderdelen

De voor de **procesmetingen** gebruikte vragenlijsten bestonden uit open vragen en beoordelingsschalen. Aan een aantal van deze schalen lag een gemeenschappelijke factor ten grondslag (bijvoorbeeld de door de leerling ervaren cognitieve belasting; zie Onderzoek 2). De scores op deze schalen zijn opgeteld.

De open vragen zijn met behulp van een categorieën-

systeem op nominaal niveau gescoord.

De observatiegegevens zijn bewerkt met een door Lebbink (1980) ontwikkeld computerprogramma. Met behulp hiervan zijn per observatiecategorie of per verzameling observatiecategorieën (bijvoorbeeld het geheel aan oriënterende, respectievelijk uitvoerende handelingen) de volgende variabelen verkregen:

- de frequentie waarmee een bepaalde observatiecategorie zich voordeed;
- de totale tijd die aan de betrokken activiteiten werd besteed;
- het bij een bepaalde categorie behorende zwaartepunt, zijnde het gewogen gemiddelde van de verschillende, aan de handelingen in de betrokken categorie bestede tijdsperioden.

Tijd- en zwaartepunt-variabelen zijn steeds als proportie van de totale aan de opdracht bestede tijd in de analyses betrokken.

De bij het onderzoek gebruikte tests voor het meten van **leerlingvariabelen** zijn conform de geldende voorschriften gescoord. Bij de zelfontwikkelde subjectieve competentie vragenlijsten zijn de scores op de afzonderlijke items opgeteld. Ten aanzien van de toets voor de basisvaardigheden is eenzelfde scoringsprocedure toegepast als bij de produktmetingen.

In het algemeen is bij de data-analyses gebruik gemaakt van ruwe testcores. Ten behoeve van de regressie-analyses zijn de testcores echter over de hele onderzoeksgroep gestandaardiseerd. Standaardisatie vond ook plaats indien combinaties van leerlingkenmerken in de analyses werden betrokken (zoals positieve en negatieve faalangst; vergelijk Cronbach en Snow, 1977).

Om de **instructievariabelen** in de regressie-analyses te kunnen betrekken zijn conditievectoren gecreëerd. Indien een instructiekenmerk op twee niveaus is gevarieerd, is daarbij effect-codering toegepast (Onderzoek 1 en 2). Bij instructievariabelen met drie niveaus Onderzoek 3, 4 en 5 is gekozen voor contrast-codering (zie Kerling en Pedhazur, 1973). De relaties tussen de verschillende variabelen zijn onderzocht met behulp van correlatieve en variantie-analytische technieken uit het SPSS- (Nie et al., 1975) en het BMPD-pakket (Dixon, 1981).

Bij de regressie-analyses is de volgende werkwijze toegepast:

- De verschillende predictoren zijn gestandaardiseerd.
- Op de boven beschreven wijze zijn conditievectoren gevormd.
- Vervolgens zijn de interactietermen (i.c. leerling-

kenmerk x conditievectoren) gevormd.

- De predictoren zijn steeds cumulatief, volgens een vooraf gespecificeerde hiërarchie in de analyses betrokken (hiërarchische methode; zie Kerlinger en Pedhazur, 1973).

Ter toetsing van de interactie-effecten zijn telkens eerst het betrokken leerlingkenmerk, daarna de conditievectoren en tenslotte de interactieterm ingevoerd.

- Conditie-hoofdeffecten zijn getoetst door alleen conditievectoren in te voeren.
- Interactie- en hoofdeffecten zijn getoetst met gebruikmaking van de volgende formule (zie Kerlinger en Pedhazur, op. cit., blz. 124):

$$F = \frac{R^2 / \text{df for change}}{(1 - R^2_{y.1\dots k}) / (n - k - 1)}$$

waarbij:

- R^2 : de toename in proportie verklaarde variantie als gevolg van één of meer predictoren.
- df for change : het met die verandering gepaard gaande aantal vrijheidsgraden.
- $R^2_{y.1\dots k}$: de totale, door alle predictoren gezamenlijk verklaarde variantie.
- n : het aantal proefpersonen.
- k : het aantal predictoren.

Volgens deze formule wordt de bijdrage van elke predictor tegen dezelfde foutenvariantie getoetst. Bij de toetsing van de interactie-effecten zijn α -coëfficiënten van .10 gehanteerd. Hierdoor wordt de kans op het ten onrechte accepteren van de nul-hypothese (i.c. het niet constateren van interacties) wat kleiner (zie ook Cronbach en Snow, 1977, blz. 57).

- In geval van significante interacties zijn regressie-analyses per conditie uitgevoerd om de ongestandaardiseerde regressie-coëfficiënten te verkrijgen.

Details betreffende de overige toegepaste analyse-procedures zullen - waar nodig - in de desbetreffende hoofdstukken worden gepresenteerd.

Tot slot van dit hoofdstuk moet nog op twee zaken de aandacht worden gevestigd.

Het eerste punt betreft de wijze waarop de onafhankelijke variabelen op de verschillende scholen gestalte hebben gekregen. Onlangs heeft Shaver (1983) in dit verband gewezen op het belang van het verifiëren van de

wijze waarop deze variabelen in onderwijsonderzoek worden 'geïmplementeerd'. Ook in het onderhavige onderzoeksproject is hieraan de nodige aandacht besteed. Steeds is door middel van observatie, vragenlijsten en gesprekken informatie verkregen over de wijze waarop de onderzoeken op de verschillende scholen feitelijk zijn uitgevoerd. Globaal kan op drie manieren met geconstateerde, onvermijdbare, schoolverschillen worden rekening gehouden. In de eerste plaats dient de onderzoeksopzet zorgvuldig te worden afgestemd op de onderzoekssituatie. Vanuit dit uitgangspunt is steeds elke experimentele conditie op elke participerende school aan de orde geweest. Daarnaast zijn de experimentele condities nauwkeurig omschreven en zo veel mogelijk in de vorm van schriftelijke leerlinginstructies geoperationaliseerd. In de tweede plaats is het mogelijk om eventuele schoolverschillen statistisch te corrigeren. Daartoe kan de variantie in de afhankelijke variabelen die het gevolg is van dergelijke schoolverschillen regressie-analytisch worden uitgepartialiseerd, voordat de andere predictoren in de analyses worden betrokken. Een dergelijke procedure is toegepast in Onderzoek 1 en Onderzoek 3B door via dummy-codering verkregen schoolvectoren (zie Kerlinger en Pedhazur, 1973) als eerste set predictoren in te voeren.

Bij Onderzoek 5 is een derde maatregel toegepast. Er is namelijk getoetst in hoeverre de experimentele situatie in de scholen overeenkwam met de wenselijke geachte situatie. In geval van te grote afwijkingen zijn de verkregen gegevens niet in de analyses betrokken.

Een laatste opmerking betreft de wijze waarop de vijf onderzoeken hierna worden gepresenteerd. Het is in het kader van deze publicatie ondoenlijk om op alle verkregen gegevens en alle uitgevoerde data-analyses in te gaan. Daartoe wordt verwezen naar de desbetreffende onderzoeksrapporten. Hier komen alleen die gegevens aan de orde die direct betrekking hebben op de in 4.5 genoemde centrale onderzoekshypothese. Dit betekent onder andere dat met name observatie- en interviewgegevens alleen worden gepresenteerd wanneer ze direct relevant zijn.

Hoofdstuk 6. Onderzoek 1

6.1. Inleiding

Het eerste onderzoek dat in het kader van het onderzoeksproject is uitgevoerd, had een duidelijk exploratief karakter. De in dit onderzoek betrokken praktijkopdracht verschilde zowel qua aard als functie van de in de overige onderzoeken gebruikte opdrachten. In het reguliere onderwijs komt de gebruikte opdracht aan de orde in de derde klas van de afdeling elektrotechniek. Aan Onderzoek 1 namen leerlingen uit de tweede klas deel. Er kon dus niet van worden uitgegaan dat zij in voldoende mate beschikten over alle relevante vaardigheden. Aan de hand van de praktijkopdracht werden zij geconfronteerd met een aantal nieuwe vaardigheden.

In Onderzoek 1 is een schriftelijke presentatie van de leerstof (tekst + illustraties) vergeleken met een door de docent gegeven mondelinge instructie (verbale uitleg + demonstratie). Mede vanwege de in het onderzoek betrokken schriftelijke aanbiedingsvorm, is ook de verbale intelligentie als leerlingkenmerk in het onderzoek opgenomen.

6.2. Methode

6.2.1. Leerlingen

Aan het onderzoek is deelgenomen door 88 mannelijke leerlingen uit tweede klassen van vier scholen voor lager technisch onderwijs. Alle leerlingen hadden te kennen gegeven in het derde leerjaar elektrotechniek als specialisatie te kiezen. Tijdens het onderzoek vielen door absentie in totaal vijf leerlingen af. Om gelijke aantallen per conditie te verkrijgen, zijn bovendien de gegevens van één (aselect gekozen) leerling uit de schriftelijke conditie buiten beschouwing gelaten. Dit

resulteerde in een totaal van 41 leerlingen per conditie.

6.2.2. Praktijkopdracht

Er is gebruik gemaakt van een montage-opdracht uit het modelafdelingswerkplan voor de LTS, afdeling elektrotechniek (Samenwerkingsverband LTS-E, 1980).

De taak behelsde het monteren van een toestelsnoer, bestaande uit een mantelsnoer met aan de ene kant een stekker en aan de andere kant een apparatenstekker¹⁾. Het monteren van de stekkers impliceerde onder andere de volgende vaardigheden: het verwijderen van mantel- en aderisolatie, het vertinnen van blanke aders, het afwerken van een ader met behulp van, respectievelijk, een gesoldeerd oogje, een perskabelschoentje en een perskabeloogje en het aanbrengen van een trekontlasting.

6.2.3. Produktmeting

De prestaties van de leerlingen zijn door een deskundige beoordeeld aan de hand van een lijst met criteria. Deze criteria zijn afgeleid van de bij de instructie geldende aandachtspunten. Maximaal konden 38 punten worden behaald.

6.2.4. Leerlingkenmerken

In het onderzoek zijn de volgende leerlingkenmerken betrokken:

- a) Prestatiemotivatie, gemeten met behulp van de PMT-k (Hermans, 1971).
- b) Positieve en negatieve faalangst, eveneens gemeten met behulp van de PMT-k.
- c) Veld(on)afhankelijkheid, gemeten met behulp van een Nederlandse vertaling van de Group Embedded Figures Test (GEFT).
- d) Handvaardigheid, vastgesteld door middel van de draadbuigtest (DBT).

¹⁾ Deze is thans om veiligheidsredenen niet meer toegestaan.

- e) Verbale intelligentie. Hiervoor zijn de subtests Analogieën, Woordbeeld en Zinnen uit de Differentiële Aanleg Test (DAT) gebruikt.

6.2.5. Instructies

In de schriftelijke conditie is gebruik gemaakt van een aangepaste versie van een bestaande lesbrief betreffende 'het maken van een toestelsnoer'.

De aangebrachte wijzigingen hadden betrekking op het taalgebruik, de afbeeldingen, de lay-out en de fasering en dienden ertoe de lesbrief bruikbaar te maken voor tweede klas leerlingen. De leerlingen kregen de opdracht de lesbrief te bestuderen en de opdracht aan de hand van de verstrekte gegevens en aanwijzingen zelfstandig en in eigen tempo uit te voeren. Indien een leerling problemen had kon hij de hulp van de docent inroepen. Deze verstrekte dan uitsluitend verbale informatie. De lesbrief bevatte foto's en schema's die betrekking hadden op het eindprodukt, de te gebruiken gereedschappen en een aantal tussenstadia. Steeds werd links op de bladzijde aangegeven wat de leerling moest doen. Daarbij is de opdracht opgesplitst in 37 deelhandelingen. Bij 28 daarvan zijn verduidelijkende foto's en schema's toegevoegd. Rechts op de bladzijde werd aangegeven waar de leerling speciaal op moest letten bij een bepaalde deelhandeling. De lesbrief was zodanig opgezet dat de volgorde van de deelhandelingen vastlag.

Bij de demonstratiemethode gebruikte de docent deze lesbrief als leidraad. Alle in de lesbrief onderscheiden deelhandelingen werden door hem gedemonstreerd en mondeling toegelicht, waarbij dezelfde volgorde en fasering zijn aangehouden als in de lesbrief. De docent legde de nadruk op dezelfde aandachtspunten als in de lesbrief. Telkens is een aantal deelhandelingen gedemonstreerd, waarna de leerlingen de gelegenheid kregen zelf de handelingen uit te voeren. Het tempo werd hierbij gereguleerd door de docent.

6.2.6. Opzet en procedure

Het onderzoek bestond uit vier bijeenkomsten. Tijdens de eerste bijeenkomst maakten alle leerlingen een toestelsnoer. Op twee scholen is begonnen met de schriftelijke instructie, op de andere twee scholen kwam de demonstratiemethode het eerst aan de orde. De instructiefase nam ongeveer twee lessen in beslag. Door onderzoeksmedewerkers is aan de hand van een checklist

de gang van zaken geobserveerd. Tijdens de tweede bijeenkomst zijn, gedurende twee lesuren, de PMT-k en de DAT-subtests Zinnen en Woordbeeld afgenomen. GEFT, DAT-analogieën en DBT zijn tijdens de derde bijeenkomst van twee lesuren afgenomen. Twee à drie weken na de instructiefase vond, tijdens de vierde bijeenkomst, een retentietesting plaats. Alle leerlingen monteerden daarbij geheel zelfstandig, zonder hulp van docent of lesbrief, opnieuw een toestelsnoer. Deze onderzoeksopzet is te typeren als een 'post-test-only control group design' (Campbell en Stanley, 1966) met aselecte toewijzing van de leerlingen aan de experimentele condities.

6.2.7. Verwerking van de gegevens

Als afhankelijke variabelen fungeerden de door de leerlingen behaalde scores bij het eerste toestelsnoer (**instructietoets**) en het tweede toestelsnoer (**retentietoets**). Op deze data zijn regressie-analyses uitgevoerd. Hierbij zijn onder andere som- en verschillscores berekend van enerzijds positieve en negatieve faalangst, anderzijds van de DBT en de verschillende DAT-scores (zie 5.3). Bij de analyses is statistisch gecontroleerd voor schoolverschillen zie (5.3).

6.3. Resultaten

6.3.1. Descriptieve gegevens

De op Onderzoek 1 betrekking hebbende descriptieve gegevens voor de gehele onderzoeksgroep zijn samengevat in tabel 6.1. Hieruit blijkt onder andere dat de leerlingen het tweede toestelsnoer (retentietoets) gemiddeld niet beter maken dan het eerste (instructietoets). Verder valt op dat van de leerlingkenmerken alleen de handvaardigheid (DBT) een duidelijk positieve samenhang vertoont met de instructie- en retentietoets-scores.

6.3.2. Hoofdeffect van de instructies

De effecten van de instructies zijn weergegeven in tabel 6.2. Hieruit blijkt dat de demonstratiemethode aanvankelijk, op de instructietoets, tot gemiddeld betere prestaties leidt dan de schriftelijke methode. Tevens kan worden vastgesteld dat dit verschil tussen de condi-

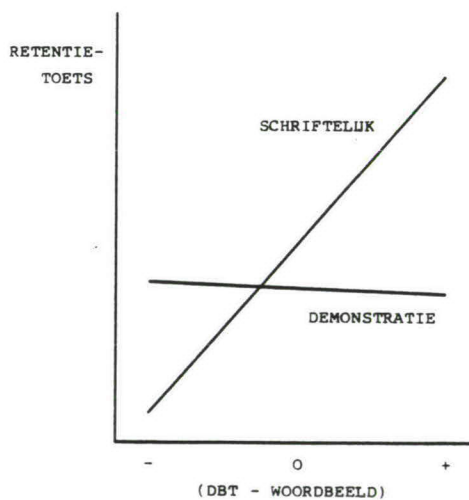
ties later bij de retentietoets niet meer significant is.

6.3.3. Interacties

De resultaten van de uitgevoerde regressie-analyses zijn samengevat in tabel 6.3 voor de instructietoets en in tabel 6.4 voor de retentietoets. In deze tabellen zijn opgenomen: het percentage variantie dat door een interactieterm wordt verklaard (% var), de bijbehorende F-waarde (F), de regressieconstante (a), de richtingscoëfficiënt (b) en de Pearson-correlatie (r) tussen het betrokken leerlingkenmerk en de afhankelijke variabele per conditie.

Uit tabel 6.3 is af te leiden dat op de instructietoets alleen een interactie optreedt tussen positieve faalangst en de instructiecondities. In tabel 6.4 is te zien dat zowel de handvaardigheid als de verbale intelligentie aanleiding geven tot interacties op de retentietoets.

De interactie tussen de combinatie van deze twee kenmerken en de instructiecondities is significant op 1% en wordt weergegeven in figuur 6.1.



Figuur 6.1 : Grafische weergave van de relatie tussen de retentietoets-scores en het leerlingkenmerk (DBT - Woordbeeld)

Onder de demonstratiemethode is er geen relatie tussen de combinatie van de betrokken leerlingkenmerken en de retentietoets-prestaties. Onder de schriftelijke methode, echter, is er een duidelijk positieve relatie. Deze interactie impliceert dat relatief handvaardige leerlingen hogere scores op de retentietoets behalen na de schriftelijke instructie dan na de demonstratiemethode. Voor relatief verbaal intelligente leerlingen geldt het tegenovergestelde: zij presteren het best na de demonstratiemethode.

6.4. Nabeschouwing

Uit de in 6.2.5 gegeven beschrijving van de in Onderzoek 1 gehanteerde instructiemethoden valt af te leiden dat beide methoden de leerlingen een zekere structuur verschaffen. De demonstratiemethode wordt echter gekenmerkt door een hoger niveau van voorstructurering dan de schriftelijke methode. Dit heeft te maken met de geboden hulp bij de uitvoering, de concrete aanbiedingswijze en de geringe vrijheid van de leerlingen (onder andere omdat het werktempo door de docent werd bepaald). Het is niet onwaarschijnlijk dat de gevonden interactie tussen aanbiedingswijze en de relatieve handvaardigheid in feite toegeschreven moet worden aan het niveau waarop de opdracht is voorgestructureerd. Wellicht biedt de in het onderzoek betrokken lesbrief relatief handvaardige leerlingen een betere leersituatie, omdat zij op basis van hun motorische aanleg zelfstandig en in eigen tempo aan de taak kunnen werken. Een dergelijke benadering biedt echter te weinig houvast voor leerlingen met een relatief geringe handvaardigheid. Deze leerlingen zijn meer gebaat met meer gestructureerde demonstraties. In deze redenering wordt de modaliteit van de aan de leerlingen verstrekte informatie (i.c. schematisch/schriftelijk versus concreet/demonstrerend) dus ondergeschikt gemaakt aan de structuur ervan. Een extra argument hiervoor vormt het gegeven dat in Onderzoek 1 handvaardige leerlingen **niet** profiteren van een aanbiedingswijze, waarbij de uit te voeren handelingen concreet worden voorgedaan, terwijl verbaal intelligente leerlingen **niet** profiteren van een verbale presentatie. Gezien het exploratieve karakter van het onderzoek werd besloten een volgend onderzoek op te zetten dat meer licht zou moeten werpen op de aard van de in Onderzoek 1 gevonden interactie.

Hoofdstuk 7. Onderzoek 2

7.1. Inleiding

Onderzoek 2 is opgezet met het doel de in Onderzoek 1 gevonden interactie tussen handvaardigheid en de instructiecondities nader te onderzoeken. Om de effecten van de instructies beter te kunnen interpreteren is besloten om niet alleen het niveau van voorstructurering, maar afzonderlijk daarvan ook de modaliteit van de verstrekte informatie experimenteel te manipuleren. Daarnaast zijn de volgende verschillen ten aanzien van Onderzoek 1 relevant:

- De praktijkopdracht is zo gekozen dat een beroep werd gedaan op door de leerlingen eerder verworven kennis en vaardigheden.
- Naast handvaardigheid zijn ook tests voor ruimtelijk en technisch inzicht in het onderzoek betrokken.
- Door middel van procesmetingen is getracht informatie over het aanpakgedrag van de leerlingen te verkrijgen. Om procesregistraties mogelijk te maken werkten de leerlingen individueel (één voor één). Dit bracht veel onderzoekstijd met zich mee. Daarom is een betrekkelijk kleine groep leerlingen in het onderzoek betrokken. Tevens is besloten om het praktische gedeelte van het onderzoek in een praktijklokaal van de THE te doen plaatsvinden.

7.2. Methode

7.2.1. Leerlingen

Aan Onderzoek 2 is deelgenomen door 40 mannelijke leerlingen. Zij waren afkomstig van een lbo/avo scholengemeenschap. Van alle leerlingen zijn volledige onderzoeksgegevens beschikbaar.

7.2.2. Praktijkopdracht

In Onderzoek 2 is gebruik gemaakt van een praktijkopdracht die is ontleend aan het Modelafdelingswerkplan voor de LTS, afdeling elektrotechniek (Samenwerkingsorgaan LTS-E, 1980). De opdracht is bestemd voor leerlingen uit de derde klas en bestaat uit het vervaardigen van een soldeerbouthouder uit aluminium plaatmateriaal. Om een indruk te krijgen van de aard van het werkstuk wordt verwezen naar figuur 1.1 en bijlage 2, waar een schets en een werktekening van dit werkstuk zijn gepresenteerd. De opdracht bestaat uit een aantal deeltaken, waarbij basisvaardigheden als knippen met een hefboomschaar, zagen, boren, omzetten met behulp van een zetbank en vijlen een rol spelen.

7.2.3. Produkt- en procesmeting

De prestaties van de leerlingen zijn beoordeeld aan de hand van een lijst met criteria, die zijn ontwikkeld volgens de in 5.2 beschreven procedure. Maximaal konden 42 punten worden behaald.

Het aanpakgedrag van de leerlingen is geobserveerd met behulp van een observatieprocedure die is gebaseerd op de in 5.2 beschreven principes. Daarnaast is de leerlingen een interview afgenomen.

7.2.4. Leerlingkenmerken

In het onderzoek zijn de volgende leerlingkenmerken betrokken:¹⁾

- a) Ruimtelijk en technisch inzicht, gemeten door middel van subtests uit de DAT.
- b) Veld(on)afhankelijkheid, gemeten door middel van een Nederlandse vertaling van de Group Embedded Figures Test (GEFT).

¹⁾ Naast de hier genoemde tests, is een aantal tests met betrekking tot psychomotorische vermogens als pols-snelheid en oog-hand coördinatie afgenomen.

Voor nadere gegevens hierover wordt verwezen naar Schouten (in voorbereiding).

- c) Handvaardigheid, vastgesteld met behulp van de draadbuigtest (DBT).
- d) Impulsiviteit-reflectiviteit, gemeten met behulp van de Matching Familiar Figures Test (MFFT).
- e) Prestatiemotivatie, positieve en negatieve faalangst, vastgesteld met behulp van de Prestatie Motivatie Test voor kinderen (PMT-k).
- f) Subjectieve competentie. Deze variabele is gemeten door middel van twee zelf-ontwikkelde vragenlijsten die betrekking hadden op respectievelijk de vertrouwdsheid ('familiarity') met en de geschatte moeilijkheidsgraad ('difficulty') van de betrokken deelhandelingen.

7.2.5. Instructies

Het in het onderzoek gebruikte instructiemateriaal varieerde op twee dimensies. De eerste dimensie had betrekking op de modaliteit van de verstrekte informatie over het te vervaardigen werkstuk. Hierbij is een onderscheid gemaakt tussen enerzijds concrete, anderzijds schematische informatie. In de concrete informatie-conditie kregen de leerlingen een voorbeeldwerkstuk dat zij moesten namaken (**voorbeeld-conditie**). In de schematische informatie-conditie kregen de leerlingen een werktekening van het te vervaardigen produkt (**tekening-conditie**).

Onafhankelijk van deze dimensie is bovendien de schriftelijke informatie over de te volgen werkwijze bij het uitvoeren van de opdracht gevarieerd. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen de zogenaamde **vaste volgorde-conditie** en de **vrije volgorde-conditie**.

In de vaste volgorde-conditie is de taak opgesplitst in 15 deeltaken, die in een verplichte volgorde moesten worden afgewerkt. In de vrije volgorde-conditie zijn deze indeling en werkvolgorde achterwege gelaten en was de leerling vrij in dit opzicht naar eigen goeddunken te handelen. Ongeacht de experimentele conditie bevatte de schriftelijke instructie voor elke leerling een korte beschrijving van de functie van de soldeerboothouder, de omschrijving van de opdracht en een aantal aanwijzingen betreffende het gebruik van het gereedschap. In de voorbeeld-conditions is bij deze aanwijzingen nog extra informatie over de diameter van enkele boorgaten toegevoegd. Deze informatie was moeilijk uit het voorbeeldwerkstuk afleidbaar, terwijl in de tekening-conditions de tekening alle informatie bevatte. De bovengenoemde instructiekenmerken zijn experimenteel gecombineerd tot

vier verschillende instructiecondities door de helft van de leerlingen uit de voorbeeld-conditie en de helft van de leerlingen uit de tekening-conditie een vaste werkvolgorde op te leggen en de overige leerlingen met betrekking tot de werkvolgorde vrij te laten.

7.2.6. Opzet en procedure

Voor de leerlingen bestond het onderzoek uit drie bijeenkomsten. In één daarvan zijn gedurende twee lesuren de tests DAT-ruimtelijk inzicht, GEFT en DAT-technisch inzicht klassikaal afgenomen. DBT, PMT-k en MFFT zijn gedurende één lesuur tijdens een afzonderlijke bijeenkomst individueel afgenomen. Bij het praktische gedeelte van het onderzoek vulde elke leerling eerst de subjectieve competentie-vragenlijsten in; daarna maakte hij de praktijkopdracht onder één van de vier experimentele condities (N=10 per conditie). Hierbij is geen tijdslimiet gehanteerd. Gemiddeld bleken de leerlingen 2,5 uur nodig te hebben om de taak uit te voeren. Na beëindiging van de werkzaamheden volgde een interview, dat door één van de onderzoekers werd afgenomen en een nagesprek met de proefleider/praktijkdocent. Tijdens de taakuitvoering is elke leerling geobserveerd door één van de onderzoeksmedewerkers. Tevens is van de werkzaamheden van elke leerling een complete video-opname gemaakt.

De leerlingen zijn aselekt aan de experimentele condities toegewezen. Er is geen voorttoets en ook geen retentietoets afgenomen.

7.2.7. Verwerking van gegevens

Als afhankelijke variabelen fungeerden de kwaliteit van de door de leerlingen gemaakte soldeerbouthouder en een aantal procesaspecten, waaronder de frequentie van de geregistreeerde 'denkpauzes' en de frequentie waarmee de leerling (na de aftekenfase) het voorbeeld of de tekening tijdens de taakuitvoering raadpleegde. Op deze data zijn regressie-analyses uitgevoerd. Daarbij zijn enerzijds de effecten van de voorbeeld- en de tekening-condities vergeleken (N=20 per conditie) en anderzijds de effecten van de vaste en de vrije volgorde-condities (N=20 per conditie).

Voorts zijn som- en verschillscores bepaald voor positieve en negatieve faalangst, respectievelijk voor de tijd- en foutenscores van de MFFT (zie 5.3).

7.3. Resultaten

7.3.1. Descriptieve gegevens

De op Onderzoek 2 betrekking hebbende descriptieve gegevens voor de gehele onderzoeksgroep zijn samengevat in tabel 7.1.

Uit deze tabel blijkt onder andere dat handvaardigheid, ruimtelijk en technisch inzicht positief samenhangen met de behaalde produktscores; er is echter, over de gehele onderzoeksgroep, geen samenhang tussen deze scores en de prestatiemotivatie, faalangst, cognitieve stijl en subjectieve competentie. De totale werktijd en de frequentie van de geobserveerde 'denkpauzes' hangen negatief samen met de kwaliteit van de werkstukken terwijl de relatieve tijd besteed aan uitvoerende, motorische activiteiten daar positief mee samenhangt. Het ruimtelijk inzicht vertoont een negatieve samenhang met zowel totale werktijd als de frequentie van de geobserveerde 'denkpauzes'. Tijdens het interview rapporteren veldonafhankelijke leerlingen in het algemeen minder cognitieve activiteiten dan veldafhankelijke leerlingen.

7.3.2. Hoofdeffecten van de instructies

De effecten van de instructies zijn af te leiden uit de tabellen 7.2 en 7.3. Tabel 7.2 heeft betrekking op de conditievector T, waarin het effect van de voorbeeld- en tekening-condities wordt vergeleken. Tabel 7.3 bevat de gegevens voor conditievector V, die betrekking heeft op de vaste en vrije volgorde-condities. In beide gevallen zijn percentages verklaarde variantie en bijbehorende F-waarden vermeld met betrekking tot de afhankelijke variabelen PRODUKT, FRAAD, FDENK, TMOTR, ICOG en TTOT. Per conditie zijn tevens gemiddelden en standaarddeviaties voor deze afhankelijke variabelen toegevoegd.

Uit tabel 7.2 blijkt dat de leerlingen in de tekening-condities significant meer cognitieve activiteiten rapporteren bij het interview dan de leerlingen in de voorbeeld-condities. Ook blijkt dat de leerlingen in de tekening-condities meer moeten raadplegen. De verschillen tussen deze condities met betrekking tot de overige afhankelijke variabelen (waaronder de produktscores) zijn niet significant.

Uit tabel 7.3 blijkt dat de vaste en de vrije volgorde-condities op geen der afhankelijke variabelen tot significante verschillen leiden.

7.3.3. Interacties

In de tabellen 7.4 en 7.5 zijn de resultaten van de regressie-analyses op de produktscores samengevat. Tabel 7.4 heeft betrekking op de interacties van de leerlingkenmerken met het instructiekenmerk concrete versus schematische informatie, tabel 7.5 op interacties met het instructiekenmerk vaste versus vrije volgorde. In de tabellen zijn opgenomen: het percentage variantie dat door de betrokken interactieterm wordt verklaard (% var), de bijbehorende F-waarde (F), de regressieconstante (a), de richtingscoëfficiënt (b) en de Pearson-correlatie (r) tussen het betrokken leerlingkenmerk en de afhankelijke variabele per conditie.

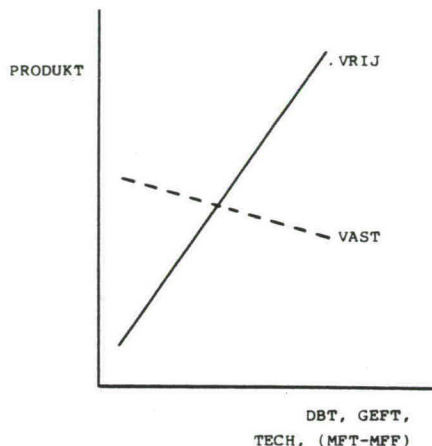
Het is opvallend dat alle significante interacties betrekking hebben op het instructiekenmerk vaste versus vrije volgorde. De modaliteit van de informatie als zodanig geeft dus geen aanleiding tot interacties met de in het onderzoek betrokken leerlingkenmerken.

De significante interacties kunnen als volgt worden samengevat: naarmate leerlingen hoger scoren op de DBT, GEFT, en DAT-technisch inzicht gaan ze betere prestaties leveren in de vrije volgorde-condities, terwijl de prestaties in de vaste volgorde-condities afnemen (GEFT) of ongeveer gelijk blijven (DAT-technisch inzicht, DBT). Tevens blijkt dat relatief positief faalangstige leerlingen hogere produktscores behalen in de vrije dan in de vaste volgorde-condities, terwijl relatief negatief faalangstige leerlingen het tegenovergestelde beeld vertonen: zij presteren beter in de vaste dan in de vrije volgorde-condities. Om de aard van deze interacties nader te onderzoeken is een aantal regressie-analyses uitgevoerd op de procesvariabelen. De resultaten van de in dit opzicht belangrijkste analyses zijn weergegeven in de tabellen 7.6 tot en met 7.9.

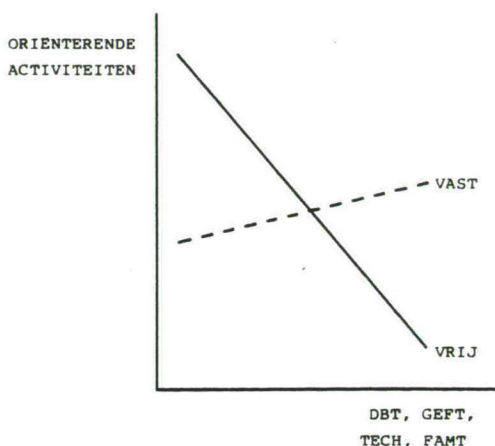
De resultaten van de regressie-analyses kunnen als volgt worden samengevat: De variabelen handvaardigheid, technisch inzicht, veld(on)afhankelijkheid en gerapporteerde vertrouwddheid met de deelhandelingen hangen negatief samen met de hoeveelheid cognitieve activiteiten onder de vrije volgorde-condities; in de vaste volgorde-condities bestaat er tussen deze leerlingkenmerken en de bedoelde procesvariabelen geen relatie of is er sprake van een positieve trend in de relatie.

Interessant is ook de interactie tussen vertrouwddheid en de condities zoals deze blijkt uit de relatieve tijd besteed aan motorische activiteiten: in de vrije volgorde-conditie is er sprake van een positief verband tussen deze variabele en de mate van vertrouwddheid met

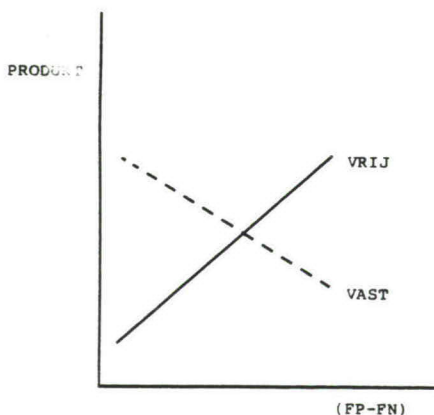
de deelhandelingen, terwijl er in de vaste volgorde-
condities een negatieve samenhang valt waar te nemen.
De hierboven besproken interacties zijn grafisch weerge-
geven in de onderstaande figuren 7.1 tot en met 7.4.



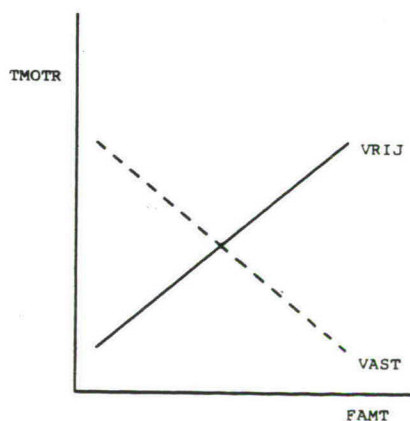
Figuur 7.1. Grafische (schematische) weergave van de relaties tussen de produktscores en de leerlingkenmerken DBT, GEFT, TECH en (MFT-MFF) voor de vaste en vrije volgorde-conditie.



Figuur 7.2. Grafische (schematische) weergave van de relaties tussen de hoeveelheid oriënterende activiteiten en de leerlingkenmerken DBT, GEFT, TECH en FANT voor de vaste en de vrije volgordeconditie.



Figuur 7.3. Grafische weergave van de relatie tussen de produktscores en het leerlingkenmerk faalangst voor de vaste en de vrije volgorde-conditie.



Figuur 7.4. Grafische weergave van de relatie tussen de relatieve tijd, besteed aan motorische activiteiten en het leerlingkenmerk FANT voor de vaste en de vrije volgorde-conditie.

In tabel 7.1 is te zien dat (met name de technische) intelligentie positief samenhangt met de handvaardigheid en de veldonafhankelijkheid. Als gevolg van deze intercorrelaties is er sprake van een zekere 'overlap' tussen de verschillende predictoren. De vraag is nu wat de rol van de handvaardigheid, respectievelijk de veld(on)afhankelijkheid is, nadat de invloed van de intelligentiefactoren statistisch is 'geëlimineerd'. Daarom wordt hieronder nagegaan in hoeverre de interacties van zowel GEFT als DBT met conditievector V (zie tabel 7.5) bestand zijn tegen uitpartialisatie van de variantie als gevolg van de intelligentiefactoren ruimtelijke en/of technisch inzicht. De resultaten van de de daartoe uitgevoerde regressie-analyses zijn weergegeven in tabel 7.10. Deze tabel bevat de volgende informatie: de oorspronkelijk door de interactieterm verklaarde variantie, de resterende variantie na uitpartialisatie van de ruimtelijk inzicht variantie, de resterende variantie na uitpartialisatie van de technisch inzicht variantie en de resterende variantie na uitpartialisatie van de ruimtelijk inzicht en technisch inzicht variantie. Tevens zijn de bijbehorende F-waarden gegeven. Uit de tabel blijkt dat de GEFT-interactie bestand is tegen uitpartialisatie van de ruimtelijk en technisch inzicht variantie: de GEFT-interactie blijft significant op 10% niveau. Na uitpartialisatie van alleen de ruimtelijk inzicht variantie blijft de GEFT-interactie significant op 5% niveau. Ook de DBT-interactie blijft in die situatie significant. Deze interactie is niet bestand tegen uitpartialisatie van de technisch inzicht variantie alsmede de ruimtelijk en de technisch inzicht variantie.

7.4 Nabeschuwing

In Onderzoek 2 zijn, onafhankelijk van elkaar, twee instructiekenmerken gevarieerd. De modaliteit van de aan de leerlingen verstrekte informatie bleek alleen aanleiding te geven tot enkele hoofdeffecten op procesvariabelen. Vergeleken met de leerlingen die de praktijkopdracht aan de hand van een voorbeeldwerkstuk konden uitvoeren, ontplooiden de leerlingen die alleen een werktekening van het te vervaardigen produkt kregen beduidend meer oriënterende activiteiten. Dit 'denkwerk' leidde overigens niet tot betere of slechtere werkstukken.

Ten aanzien van het andere instructiekenmerk, vaste versus vrije werkvolgorde, bleven hoofdeffecten achter-

wege, maar trad wel een aantal interacties met leerlingkenmerken op. Uit de in 7.2.5 gepresenteerde analyse van dit instructiekenmerk blijkt dat er in de vrije volgorde-conditie sprake is van een zeer laag niveau van voorstructurering. Zo ontbreken in deze conditie aanwijzingen met betrekking tot analyse, planning, uitvoering en evaluatie. De leerling dient op deze punten geheel zelfstandig en in eigen tempo activiteiten te ondernemen. Vergeleken met de schriftelijke conditie uit Onderzoek 1, is het niveau van voorstructurering van de opdracht in de vrije volgorde-conditie nog lager. De vaste volgorde-conditie verschaft leerlingen een door experts bepaalde analyse en planning van de opdracht. Daarbij wordt de vrijheid van de leerlingen aanzienlijk ingeperkt, vanwege het verplichtende karakter van de aanwijzingen. In deze conditie was dus sprake van een relatief hoog niveau van voorstructurering.

Onderzoek 2 heeft duidelijk gemaakt dat deze variabele in belangrijke mate verantwoordelijk is voor de gesignaleerde interacties. Hiermee wordt tevens de in Onderzoek 1 gegeven interpretatie van de daar geconstateerde interactie ondersteund. Bovendien zijn interacties van dit type in Onderzoek 2 niet alleen gevonden met betrekking tot de handvaardigheid van de leerlingen, maar ook voor het technisch inzicht, de veld(on)afhankelijkheid en de faalangst.

Een hoge voorstructurering bleek relatief effectief voor veldafhankelijke en negatief faalangstige leerlingen en voor leerlingen met lage scores op de handvaardigheids- en technisch inzicht test. Een lage voorstructurering, daarentegen, bleek gunstig te zijn voor veldonafhankelijke en positief faalangstige leerlingen, alsmede voor leerlingen met een goede handvaardigheid en een goed technisch inzicht.

Hoofdstuk 8. Onderzoek 3

8.1. Inleiding

Bij de presentatie van de gegevens die betrekking hebben op Onderzoek 3 wordt een onderscheid gemaakt tussen het zogenaamde A- en B- gedeelte. Onderzoek 3A heeft betrekking op het door de SVO gesubsidieerde deel van het project; Onderzoek 3B betreft het deelproject dat is gesubsidieerd door het Samenwerkingsorgaan KHT-THE. Opzet en uitvoering van beide deelprojecten zijn, waar mogelijk, op elkaar afgestemd. Met name bij Onderzoek 3 is de inhoudelijke verwantschap tussen de beide delen van het onderzoek van dien aard dat besloten is in dit hoofdstuk ook een gedeelte van de resultaten van het B-gedeelte te presenteren.

Voor de opzet van en de onderlinge samenhang tussen Onderzoek 3A en Onderzoek 3B wordt verwezen naar 8.2.6. Voor een afzonderlijk en volledig verslag van Onderzoek 3B wordt verwezen naar Van Eck-Schouten (1982).

De resultaten van Onderzoek 1 en 2 hebben aannemelijk gemaakt dat het niveau, waarop een praktijkopdracht wordt voorgestructureerd een belangrijke instructievariabele vormt. Met deze empirische bevindingen en de theoretische analyses uit de hoofdstukken 2, 3 en 4 als uitgangspunt, is besloten deze variabele een centrale plaats in het onderzoeksproject te geven.

In Onderzoek 3 zijn met betrekking tot de instructievariabele drie niveaus onderscheiden, respectievelijk een lage en een hoge voorstructurering van de opdrachten en een tussenliggend niveau met een matige voorstructurering. De modaliteit van de verstrekte informatie is niet (meer) als afzonderlijk instructiekenmerk gemanipuleerd. In Onderzoek 3A kregen alle leerlingen, ongeacht de experimentele conditie, naast de werktekening ook steeds een voorbeeldwerkstuk. In Onderzoek 3B is de verstrekte informatie voor alle leerlingen op schematische wijze via een werktekening verstrekt.

8.2 Methode

8.2.1. Leerlingen

Aan Onderzoek 3 is deelgenomen door 108 leerlingen (107 mannelijke, één vrouwelijke) uit de derde klassen van de afdeling elektrotechniek van drie scholen voor lager technisch onderwijs. Van deze leerlingen zijn alle onderzoeksgegevens beschikbaar.

8.2.2. Praktijkopdrachten

In Onderzoek 3 maakte elke leerling in totaal zeven verschillende praktijkopdrachten. De eerste drie opdrachten zijn uitgevoerd in het kader van Onderzoek 3A. Daarvoor is de in Onderzoek 2 betrokken praktijkopdracht 'Het maken van een soldeerbouhouder' zodanig aangepast dat drie, qua type handelingen, gelijkwaardige deelopdrachten ontstonden (de drie werkstukken vormden tezamen een verstelbare soldeerbouhouder). De vier andere opdrachten zijn uitgevoerd in het kader van Onderzoek 3B. Bij deze opdrachten ging het om het uitvoeren van verschillende elektromontages, waarbij onder andere de volgende deelhandelingen aan bod kwamen: aftekenen op een montage-plankje, bevestigen van allerlei componenten, rechtmaken, strippen en buigen van draad, solderen en bevestigen van perskabelschoenen. Samengevat zijn de volgende opdrachten in Onderzoek 3 betrokken:

- Opdracht a: het vervaardigen van de hoekplaat van de soldeerbouhouder.
- Opdracht b: het vervaardigen van de schuifplaat van de soldeerbouhouder.
- Opdracht c: het vervaardigen van de grondplaat van de soldeerbouhouder.
- Opdracht d: het doorverbinden van een aardleiding.
- Opdracht e: het maken van een draadoogmontage.
- Opdracht f: het maken van een vlakbedrading.
- Opdracht g: het maken van een draadboompje.

8.2.3. Produkt- en procesmetingen

De prestaties van de leerlingen zijn beoordeeld aan de hand van lijsten met criteria die zijn ontwikkeld volgens de in 5.2 beschreven procedure. De te behalen maximumscores waren als volgt:

- voor opdracht a: 56 punten;
- voor opdracht b: 46 punten;

voor opdracht c: 54 punten;
voor opdracht d: 68 punten;
voor opdracht e: 65 punten;
voor opdracht f: 66 punten;
voor opdracht g: 104 punten.

Bij alle opdrachten is de wijze waarop de leerlingen te werk gingen geobserveerd met behulp van observatieprocedures die zijn gebaseerd op de in 5.2 beschreven principes. Daarnaast is de leerling na beëindiging van de derde en de zesde opdracht een interview afgenomen.

8.2.4. Leerlingkenmerken

In Onderzoek 3 zijn de volgende leerlingkenmerken betrokken:

- a) Ruimtelijk en technisch inzicht, gemeten door middel van subtests uit de DAT, de Minnesota Spatial Relations Test (MSRT) en de slagboomtest.
- b) Veld(on)afhankelijkheid, gemeten door middel van een Nederlandse vertaling van de Group Embedded Figures Test (GEFT).
- c) Handvaardigheid/vingervvaardigheid, vastgesteld met behulp van de draadbuigtest (DBT), het Purdue Pegboard en de Minnesota Spatial Relations Test (MSRT).
- d) Impulsiviteit-reflectiviteit, geregistreerd met behulp van de Matching Familiar Figures Test (MFFT).
- e) Prestatiemotivatie, positieve en negatieve faalangst, vastgesteld met behulp van de Prestatie Motivatie Test voor kinderen (PMT-k).
- f) Subjectieve competentie. Deze variabele is gemeten door middel van twee zelf-ontwikkelde vragenlijsten, die betrekking hadden op de vertrouwdeheid en op de geschatte moeilijkheidsgraad van de met de opdrachten gepaard gaande deelhandelingen.

N.B.: Ten behoeve van Onderzoek 3B is nog een derde vragenlijst afgenomen, die betrekking had op het aanpakgedrag van de leerlingen.

8.2.5. Instructies

In 8.1 is reeds vermeld dat in Onderzoek 3 drie typen instructies zijn gehanteerd, die van elkaar verschilden qua niveau waarop de praktijkopdrachten zijn voorgestructureerd. In de minst gestructureerde conditie (instructie 'LAAG') kreeg de leerling niet meer (schriftelijke) informatie dan strikt noodzakelijk was om de

opdracht te kunnen uitvoeren. De opdracht was niet ingedeeld in een aantal deeltaken en de leerling was geheel vrij in het kiezen van een werkvolgorde. In de matig gestructureerde conditie (instructie 'MATIG') zijn de opdrachten opgesplitst in 5 tot 8 betrekkelijk grote deeltaken, die in een vastgelegde volgorde moesten worden uitgevoerd. In de hoog-gestructureerde conditie (instructie 'HOOG') zijn de opdrachten onderverdeeld in 13 tot 17 kleinere deeltaken. Ook deze deeltaken moesten in een verplichte, vaste volgorde worden afgewerkt. Naast deze specifieke taakgebonden instructies, zijn de leerlingen twee algemene schriftelijke instructies verstrekt. Deze hadden respectievelijk betrekking op de drie plaatwerkstukken en de vier montage-opdrachten. Elke opdracht ging vergezeld van een werktekening. Bij het maken van de plaatwerkstukken had de leerling bovendien de beschikking over een voorbeeldwerkstuk.

8.2.6. Opzet en procedure

Voor elke leerling nam het onderzoek ongeveer dertien lestijden in beslag. Deze waren verdeeld over vier bijeenkomsten. Twee daarvan zijn gebruikt om de leerlingen te testen. Dit gebeurde klassikaal gedurende vier lestijden en individueel gedurende één lestijd. Tijdens de andere bijeenkomsten zijn de praktijkopdrachten gemaakt. Voor de drie plaatwerkstukken waren 60 minuten per opdracht beschikbaar: voor elk van de montage-opdrachten d, e en f was 45 minuten beschikbaar; voor opdracht g gold een maximumtijd van 60 minuten.

De Onderzoeken 3A en 3B zijn parallel aan elkaar uitgevoerd. Terwijl een bepaalde leerling bezig was met de soldeerbouthouder (opdracht a, b en c) maakte een andere leerling de montage-opdrachten (opdracht d, e, f en g).

Tijdens het uitvoeren van de opdrachten zijn de leerlingen geobserveerd. Zowel na beëindiging van de opdrachten a, b en c als na beëindiging van de opdrachten d, e en f (of, wanneer de tijd voor de betrokken opdrachten was verstreken) is elke leerling geïnterviewd. Met elke leerling heeft ook een gesprek plaatsgevonden over de kwaliteit van de vervaardigde werkstukken. Dit gesprek is gehouden na afloop van het interview bij de opdrachten a, b en c en na beëindiging van opdracht g bij de montage-opdrachten.

In Onderzoek 3A is gebruik gemaakt van een 'counter-balanced design': alle leerlingen maakten drie opdrachten, elke opdracht onder een andere experimentele

conditie (i.c. een hoge, matige of lage voorstructurering van de opdracht). Zowel ten aanzien van de condities als de opdrachten is gecontroleerd voor mogelijke oefen- en volgorde-effecten.

Bij Onderzoek 3B is een 'independent groups design' gebruikt. Een derde deel van de leerlingen maakte de opdrachten d, e en f onder de hoog-gestructureerde conditie, een derde deel van de leerlingen maakte deze opdrachten onder de matig-gestructureerde conditie en een derde deel van de leerlingen werkte aan de opdrachten onder de laag-gestructureerde conditie. Voor mogelijke oefen- en volgorde-effecten van de verschillende opdrachten is hier eveneens gecontroleerd. Na beëindiging van de opdrachten d, e en f maakte elke leerling, zonder specifieke instructies of aanwijzingen, de criteriumopdracht 'g'. In deze opdracht kwamen alle deelbewerkingen uit de opdrachten d, e en f terug.

In figuur 8.1 is de bovengeschetste onderzoeksopzet schematisch weergegeven.

Aan het onderzoek is deelgenomen door drie scholen met elk 36 leerlingen. Hiervan uitgaande, hield de onderzoeksopzet het volgende in:

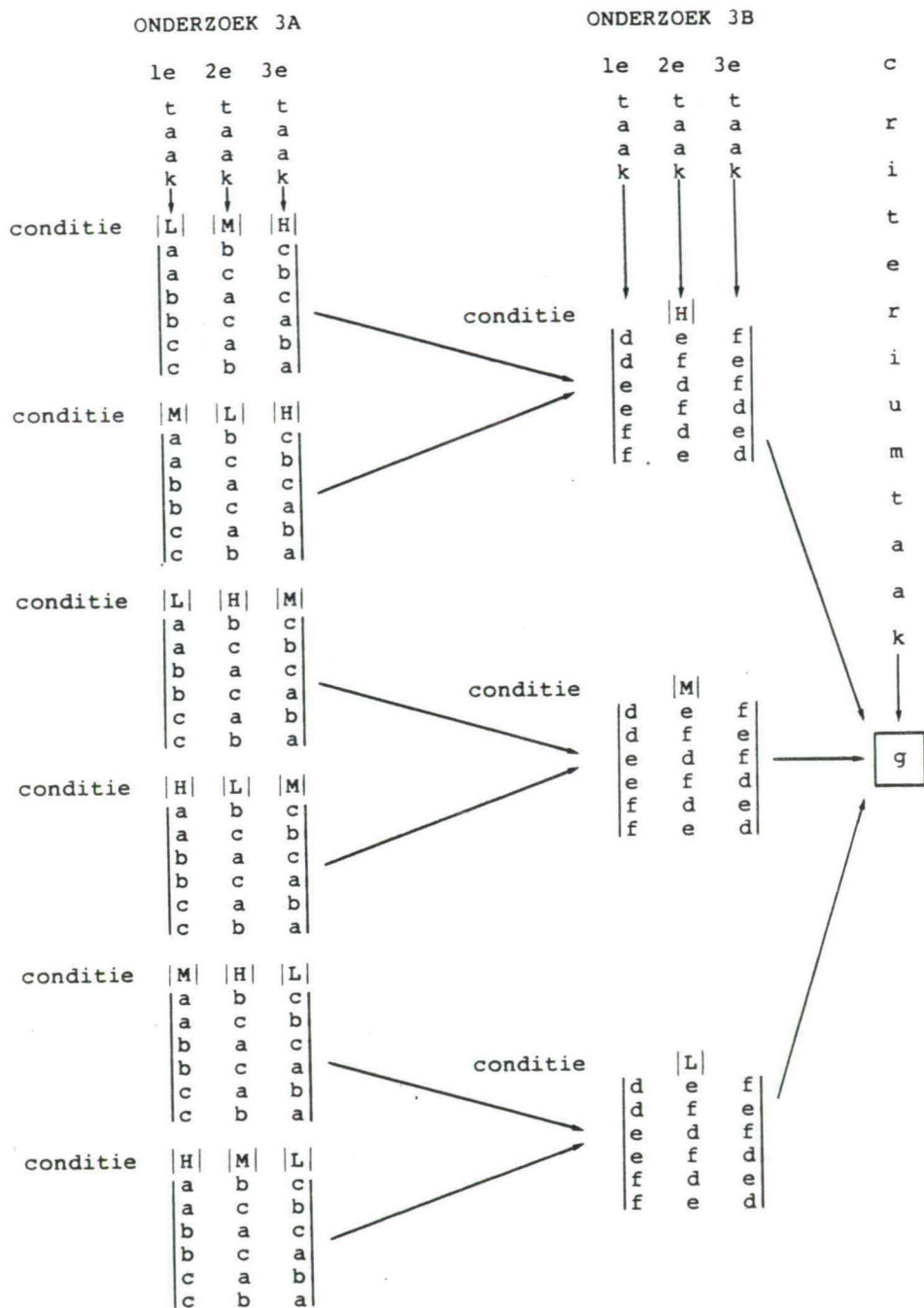
- Er zijn 36 mogelijk combinaties van condities en opdrachten in Onderzoek 3A en 18 van deze combinaties in Onderzoek 3B.
- In Onderzoek 3A komt elke combinatie per school één keer voor; in Onderzoek 3B komt elke combinatie twee keer voor.
- De leerlingen die in Onderzoek 3A 'eindigen' in conditie 'HOOG' blijven in deze conditie in Onderzoek 3B; ook de leerlingen die 'eindigen' in conditie 'MATIG' en zij die 'eindigen' in 'LAAG', blijven in deze condities.

In Onderzoek 3A zijn de leerlingen aselekt aan de verschillende combinaties van opdrachten en condities toegewezen; als gevolg daarvan is ook de samenstelling van de groepen in Onderzoek 3B volledig door toeval bepaald.

Toelichting bij figuur 8.1 (zie volgende bladzijde)

[H] : hoog voorgestructureerde conditie
[M] : matig voorgestructureerde conditie
[L] : laag voorgestructureerde conditie

a : hoekplaat van de soldeerbouthouder
b : schuifplaat van de soldeerbouthouder
c : grondplaat van de soldeerbouthouder
d : doorlussen van een aardleiding
e : draadoogmontage
f : vlakbedrading
g : criteriumtaak (draadboompje)



Figuur 8.1 : Onderzoeksopzet voor Onderzoek 3

8.2.7. Verwerking van de gegevens

Om de proces- en produktgegevens van de afzonderlijke opdrachten a, b en c, respectievelijk de opdrachten d, e en f onderling vergelijkbaar te maken, zijn de betrokken afhankelijke variabelen steeds per opdracht gestandaardiseerd. Waar nodig zijn deze gestandaardiseerde scores gemiddeld over de opdrachten a, b en c, respectievelijk de opdrachten d, e en f.

In Onderzoek 3A zijn de conditie hoofdeffecten en de leerlingkenmerk x conditie interactie-effecten getoetst met behulp van het BMDP-programma P2V (Dixon, 1981). Met dit variantie-analyse programma kunnen herhaalde metingen worden geanalyseerd. Ten behoeve van deze variantie-analyses zijn de scores op de tests voor de verschillende leerlingkenmerken door middel van mediaansplitsing gedichotomiseerd.

De data uit Onderzoek 3B zijn geanalyseerd met behulp van regressie-analyses, volgens het in 5.3 beschreven stramien. Bij deze analyses is statistisch gecontroleerd voor schoolverschillen.

8.3. Resultaten

8.3.1. Descriptieve gegevens

De voornaamste op Onderzoek 3A en 3B betrekking hebbende descriptieve gegevens voor de gehele onderzoeksgroep worden gepresenteerd in de tabellen 8.1 en 8.2.

De gemiddelde produktscores voor de opdrachten a, b en c liggen, zo blijkt uit tabel 8.1., niet erg hoog. Blijkbaar is er sprake van moeilijke opdrachten. Gezien de te behalen maximumscores liggen de produktscores voor de opdrachten d, e, f en g wat hoger (zie tabel 8.2.). In Onderzoek 3A hangen de handvaardigheid en het ruimtelijk en technisch inzicht positief samen met de gemiddelde produktscores en negatief met de relatieve tijd die is besteed aan oriënterende activiteiten en/of met de totale werktijd. Onderzoek 3B geeft met betrekking tot deze variabelen ongeveer hetzelfde beeld.

8.3.2. Hoofdeffecten van de instructies

Zoals in 8.2.7 is vermeld, zijn in Onderzoek 3A de hoofdeffecten geanalyseerd met behulp van het BMDP-programma P2V. Van de uitgevoerde analyses worden enkele gegevens voor RTORIEN en PRODUKT samengevat in tabel

8.3. Deze variabelen zijn samengesteld uit de scores behorende bij de drie in het onderzoek gebruikte opdrachten (na standaardisatie van de afzonderlijke scores).

Uit de resultaten van de variantie-analyses kan worden geconcludeerd dat de verschillen tussen de instructie-condities met betrekking tot RTORIEN en PRODUKT niet significant zijn. Eenzelfde conclusie kan worden getrokken met betrekking tot de gegevens voor Onderzoek 3B. Ook in dit deel van het onderzoek leiden de drie instructies niet tot significante verschillen in de over de opdrachten d, e en f gemiddelde PRODUKT-, respectievelijk RTORIEN-scores, alsmede in de op opdracht g betrekking hebbende scores. Deze gegevens zijn samengevat in tabel 8.4.

8.3.3. Interacties

De resultaten van de variantie-analyses die zijn uitgevoerd om de interacties te toetsen zijn voor Onderzoek 3A samengevat in de tabellen 8.5 en 8.6.

Tabel 8.5 heeft betrekking op de procesvariabele RTORIEN, tabel 8.6 op de produktscores.

Uit de tabellen is af te leiden dat interacties van het in de centrale onderzoekshypothese vermelde type in Onderzoek 3A niet optreden. Het verband tussen de verschillende leerlingkenmerken en de afhankelijke variabelen is onder elke experimentele conditie ongeveer van dezelfde aard. Een uitzondering hierop vormen de MFFT-tijdscores en de GEFT-scores.

Door het achterwege blijven van interacties is besloten de interviewgegevens niet verder te analyseren.

Bij analyse van de gegevens uit Onderzoek 3B bleken bedoelde interacties echter wel op te treden, zij het dat met name het verschil tussen de instructie-condities HOOG en MATIG (en niet het verschil tussen HOOG en LAAG) aanleiding gaf tot deze interacties. Leerlingen die hoog scoren op DBT, technisch inzicht, Purdue Pegboard en positieve faalangst blijken de opdrachten d, e en f onder de conditie met hoge voorstructurering gemiddeld slechter te maken dan onder de conditie met matige voorstructurering. Verder blijkt dat leerlingen met hoge scores op ruimtelijk inzicht en DBT in de conditie HOOG, vergeleken met de conditie MATIG, gemiddeld meer tijd nodig hebben voor de opdrachten. De met betrekking tot het bovenstaande relevante gegevens zijn samengevat in de tabellen 8.7 en 8.8. Opgenomen zijn: het percentage variantie dat door de betrokken interactieterm wordt

verklaard (% var), de bijbehorende F-waarde (F), de regressieconstante (a), de richtingscoëfficiënt (b) en de Pearson-correlatie tussen het betrokken leerlingkenmerk en de afhankelijke variabele per conditie.

8.4. Nabeschuwing

In Onderzoek 2 is vastgesteld dat een relatief hoog niveau van voorstructurering nadelig is voor handvaardige leerlingen en voor leerlingen met een goed ontwikkeld (ruimtelijk)-technisch inzicht.

De resultaten van Onderzoek 3 overziend, valt op dat een dergelijk effect zich niet voordoet bij Onderzoek 3A, maar wel bij Onderzoek 3B.

De vraag is hoe dit verschil tussen Onderzoek 3A en 3B kan worden verklaard. Het is niet uitgesloten dat de differentiële invloed van de experimentele variabele in Onderzoek 3A te gering is geweest. De leerlingen werkten immers slechts 60 minuten of minder onder een bepaalde experimentele conditie; direct daarna volgde een andere experimentele conditie, waarop weer onmiddellijk de derde volgde. Enkele weken later nam elke leerling deel aan Onderzoek 3B en werkte daarbij gedurende maximaal twee uur en 15 minuten onder dezelfde experimentele conditie. Bovendien was deze conditie dezelfde als de laatste conditie bij Onderzoek 3A. De leerlingen hebben dus betrekkelijk lang onder deze conditie gewerkt.

Ook de leerlingen uit Onderzoek 2 werkten, vergeleken met Onderzoek 3A, aanzienlijk langer onder dezelfde experimentele conditie, namelijk gemiddeld tweeënehalf uur.

Zowel bij Onderzoek 2 als bij Onderzoek 3B zijn interacties gevonden die in overeenstemming zijn met de centrale onderzoekshypothese. Ook in Onderzoek 1 trad een dergelijke interactie op, ofschoon de 'treatment' in dat onderzoek slechts één uur en 40 minuten in beslag nam. Echter, hier werd de interactie vastgesteld op de retentietoets.

De bovenstaande gegevens zouden erop kunnen wijzen dat interacties op korte termijn alleen te verwachten zijn indien een 'treatment' voldoende lang duurt. Dit neemt niet weg dat ook bij korter durende 'treatments' interacties kunnen optreden, maar deze openbaren zich dan waarschijnlijk pas op wat langere termijn.

Hoofdstuk 9. Onderzoek 4

9.1. Inleiding

In de aan Onderzoek 3 gewijde nabeschuiving is het probleem van de invloedssfeer van de instructievariabele aan de orde gesteld.

In Onderzoek 4 is nagegaan hoe **stabiel** de gevonden effecten van voorstructurering zijn en hoe **flexibel** de leerling is in het toepassen van de geleerde vaardigheden. De stabiliteit heeft betrekking op de lange termijn effecten. De vraag is: voor welke leerlingen leidt welk niveau van voorstructurering tot de beste prestaties bij het na enige tijd opnieuw maken van een eerder gemaakte opdracht (retentie)?

De flexibiliteit heeft betrekking op de transfer-effecten. In hoeverre zijn de leerlingen in staat op grond van hun ervaring met een bepaalde praktijkopdracht een andere opdracht te maken die daarvan enigszins afwijkt? Bovendien is nagegaan in hoeverre dit transfer-effect afhangt van enerzijds de mate van voorstructurering en anderzijds van bepaalde relevant geachte leerlingkenmerken.

Evenals Onderzoek 1 en 2 is Onderzoek 4 opgezet en uitgevoerd volgens een 'independent groups design'.

9.2. Methode

9.2.1. Leerlingen

Aan Onderzoek 4 is deelgenomen door 190 mannelijke lts-leerlingen.

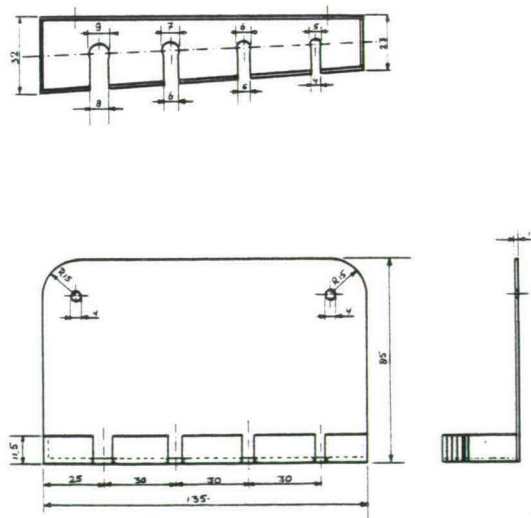
De leerlingen waren afkomstig uit derde klassen van de afdeling elektrotechniek van zes verschillende scholen voor lager technisch onderwijs. De statistische analyses hebben betrekking op 180 leerlingen, waarvan alle onderzoeksgegevens voorhanden zijn.

9.2.2. Praktijkopdrachten

In Onderzoek 4 voerden de leerlingen elk drie praktijkopdrachten uit. De eerste twee betroffen het vervaardigen van een soldeerbouthouder uit aluminium plaatmateriaal. Bij de derde opdracht ging het om het maken van een schroevendraaierhouder, eveneens uit aluminium plaatmateriaal. Deze houder diende tegen een wand te worden bevestigd en bood plaats aan vier schroevendraaiers van verschillende grootte.

Ten behoeve van de eerste twee opdrachten is de praktijkopdracht die in Onderzoek 2 is gebruikt zodanig gewijzigd, dat twee identieke deelopdrachten ontstonden. Elke opdracht leidde tot een deel van de soldeerbouthouder; beide delen moesten worden samengevoegd ter verkrijging van een compleet werkstuk.

Bij het vervaardigen van de schroevendraaierhouder speelde hetzelfde type deelbewerkingen een rol als bij de overige opdrachten (bijvoorbeeld: aftekenen, knippen, zagen, vijlen, boren, omzetten). Dit werkstuk bevatte echter enkele specifieke extra moeilijkheden, waaronder een 'schuine' voorkant. In figuur 9.1 is een voor-, boven- en zij-aanzicht van de schroevendraaierhouder opgenomen.



Figuur 9.1 : Werktekening Schroevendraaierhouder

9.2.3. Produkt- en procesmetingen

De prestaties van de leerlingen zijn beoordeeld door de drie werkstukken te scoren op een aantal criteria. Hierbij is te werk gegaan volgens de in 5.2 beschreven procedure. Voor de twee onderdelen van de soldeerbouthouder konden elk maximaal 90 punten worden behaald. Voor de schroevendraaierhouder waren maximaal 68 punten te behalen.

Om informatie over het proces van totstandkoming van de werkstukken te verkrijgen zijn de leerlingen bij alle drie de opdrachten tijdens de taakuitvoering geobserveerd. Daarnaast zijn zij na de eerste en de tweede opdracht geïnterviewd.

Voor de wijze waarop deze procesregistraties hebben plaatsgevonden wordt verwezen naar 5.2.

9.2.4. Leerlingkenmerken

In Onderzoek 4 zijn de volgende leerlingkenmerken betrokken:

- a) Ruimtelijk en technisch inzicht, gemeten door middel van subtests uit de DAT en de Minnesota Spatial Relations Test (MSRT).
- b) Handvaardigheid, vastgesteld door middel van de draadbuigtest (DBT) en de Minnesota Spatial Relations Test (MSRT).
- c) Veld(on)afhankelijkheid, gemeten met behulp van een Nederlandse vertaling van de Group Embedded Figures Test (GEFT).
- d) Impulsiviteit-Reflectiviteit, gemeten door middel van de Matching Familiar Figures Test (MFFT).
- e) Prestatiemotivatie, positieve en negatieve faalangst, vastgesteld met behulp van de Prestatie Motivatie Test voor kinderen (PMT-k).
- f) Subjectieve competentie. Deze is vastgesteld met behulp van drie zelf-ontwikkelde vragenlijsten, respectievelijk betrekking hebbend op de vertrouwde handelingen van de leerlingen met de verschillende deelhandelingen (de vragenlijst VAAK), de prestaties die de leerlingen van zichzelf verwachten bij het uitvoeren van die deelhandelingen (de vragenlijst GOED) en de door de leerlingen geschatte moeilijkheidsgraad van de deelhandelingen (de vragenlijst MOEILIJK).

Daarnaast zijn rapportcijfers voor de praktijkvakken gebruikt.

9.2.5. Instructies

De eerste praktijkopdracht die de leerlingen in het kader van Onderzoek 4 maakten, ging vergezeld van schriftelijke instructies. Evenals in Onderzoek 3 is daarbij met betrekking tot de voorstructurering van de opdracht een onderscheid gemaakt in drie niveaus. In de minst gestructureerde conditie (instructie LAAG) was de opdracht niet in subtaken opgedeeld en was de leerling vrij een eigen werkvolgorde te kiezen. In de matig-gestructureerde conditie (instructie MATIG) was de opdracht onderverdeeld in zeven betrekkelijk grote deeltaken, die in een vaste volgorde moesten worden uitgevoerd. In de hoog-gestructureerde (instructie HOOG) was de opdracht opgesplitst in zeventien kleinere deeltaken, waarbij, evenals in conditie MATIG, een vaste werkvolgorde moest worden aangehouden.

Naast de schriftelijke instructie, die per conditie verschillend was, kreeg elke leerling een werktekening en een algemene instructie met een aantal algemene opmerkingen en aanwijzingen betreffende het maken van de opdracht. Een voorbeeldwerkstuk was niet beschikbaar. Na beëindiging van de eerste opdracht is de leerlingen door de proefleider feedback verstrekt met betrekking tot de kwaliteit van het gemaakte werkstuk. De feedback is gegeven aan de hand van een gespecificeerde lijst met criteria in de vorm van 'kennis van resultaten'.

9.2.6. Opzet en procedure

Het onderzoek bestond uit vijf bijeenkomsten. Tijdens de eerste bijeenkomst zijn klassikaal de GEFT, DAT-technisch inzicht en de PMT-k afgenomen. Daarna begon het praktische gedeelte van het onderzoek, waarbij de leerlingen in afzonderlijke bijeenkomsten achtereenvolgens drie praktijkopdrachten uitvoerden, te weten: het eerste deel van de soldeerbouthouder, het tweede deel daarvan en de schroevendraaierhouder. Voor elke opdracht was ongeveer anderhalf uur beschikbaar. Alvorens met een praktijkopdracht werd begonnen, vulde elke leerling steeds een subjectieve competentie vragenlijst in. De eerste praktijkopdracht fungeerde als **leertaak** en ging vergezeld van schriftelijke instructies. Hierbij zijn de leerlingen aselekt verdeeld over de drie experimentele instructie-condities HOOG, MATIG en LAAG. Na beëindiging van de werkzaamheden is elke leerling eerst geïnterviewd, daarna volgde feedback. Ongeveer drie weken later volgde de **retentietaak**. Daarbij maakten de leerlingen

zonder verdere instructies het tweede deel van de soldeerbouthouder. Na afloop van de retentietask is een interview afgenomen. Drie à vier weken later maakte elke leerling zonder schriftelijke aanwijzingen de **transfer-task** (schroevendraaierhouder). Het onderzoek werd afgesloten met de individuele afname van de DBT, MSRT en de MFFT.

9.2.7. Verwerking van de gegevens

De door de leerlingen behaalde produktscores bij de leer-, retentie- en transfertask vormden de belangrijkste afhankelijke variabelen in Onderzoek 4. Daarnaast zijn enkele procesgegevens als afhankelijke variabelen in de data-analyses betrokken.

Op de afhankelijke variabelen zijn regressie-analyses uitgevoerd volgens de in 5.3 beschreven procedure. De leerlingkenmerkgegevens zijn in de vorm van factorscores in de regressie-analyses betrokken. De factorscores zijn verkregen met behulp van het SPSS-programma FACTOR, waarbij gekozen is voor de PA-2 variant (Principale factoren met orthogonale rotatie).

9.3. Resultaten

9.3.1. Descriptieve gegevens

In tabel 9.1 worden gemiddelden, standaarddeviaties en onderlinge correlaties van de in het onderzoek verkregen testcores samengevat. De resultaten van de factoranalyse, die op de in tabel 9.1 opgenomen correlatiematrix is uitgevoerd, zijn weergegeven in de tabellen 9.2, 9.3 en 9.4. Achtereenvolgens zijn opgenomen eigenwaarden en percentages verklaarde variantie, de factormatrix en de communaliteit van de verschillende tests. In deze tabellen zijn de subjectieve competentiegegevens bij leer-, retentie- en transfertask opgeteld.

De door de factoranalyse gegenereerde FACTOR 1 verklaart 35% van de variantie in de testcores. Gezien de aard van de op deze factor ladende variabelen is deze aangeduid als de 'ruimtelijk-technische factor'. Blijkbaar spelen ruimtelijk en technisch inzicht bij de in Onderzoek 4 gebruikte tests (waaronder ook de handvaardigheidstests) een grote rol. Daarnaast kan de variantie in de testcores worden toegeschreven aan de factoren 'subjectieve competentie' (FACTOR 2), 'prestatiemotivatie' (FACTOR 3), 'faalangst' (FACTOR 4) en 'reflectie'

viteit' (FACTOR 5).

In tabel 9.5 worden enkele descriptieve gegevens betreffende de produktscores alsmede enkele procesgegevens samengevat.

Uit deze tabel 9.5 blijkt dat de gemiddelde scores voor alle drie de werkstukken op een laag niveau liggen. Relatief gezien is ongeveer 49% van wat de leerlingen uitvoeren bij de leertaak te betitelen als goed, bij de retentietaak is dit ongeveer 53% en bij de transfertaak ongeveer 40%.

Het verschil in gemiddelde produktscores tussen de leer- en retentietaak is, zowel absoluut als relatief, statistisch significant ($t = -5.79$; $p \leq .001$, respectievelijk $t = -2.25$; $p \leq .05$). Bij de retentietaak wordt dus gemiddeld hoger gescoord. Bij de transfertaak worden de prestaties (relatief) echter beduidend lager, zowel ten opzichte van de retentietaak ($t = 11.04$; $p \leq .001$) als ten opzichte van de leertaak ($t = 5.92$; $p \leq .001$).

In tabel 9.6 zijn de Pearson-correlaties tussen de leerlingkenmerk-factorscores, de produktscores en de relatieve tijd besteed aan oriënterende activiteiten per werkstuk opgenomen voor de totale onderzoeksgroep. Ter illustratie van de relatie tussen subjectieve competentie en de prestaties zijn de in dit opzicht relevante gegevens voor de transfertaak toegevoegd.

Bij alle drie de opdrachten maken de leerlingen die hoog scoren op de ruimtelijk-technische en de subjectieve competentiefactor in het algemeen betere werkstukken dan de leerlingen die laag op deze factoren scoren. Ruimtelijk-technisch begaafde leerlingen besteden in het algemeen minder tijd aan oriënterende activiteiten dan leerlingen die op dit kenmerk lager scoren. Dit verband treedt op bij alle drie de opdrachten. Er blijkt eveneens sprake te zijn van een negatief verband tussen de tijd die nodig is voor oriënterende activiteiten en de subjectieve competentie van de leerlingen, althans bij de leer- en transfertaak. Bij alle drie de werkstukken hangt de aan oriënterende activiteiten bestede tijd negatief samen met de produktscores. De verhouding tussen de subjectieve competentiegegevens en de geleverde prestaties komt duidelijk naar voren bij de transfertaak: er is een positieve samenhang tussen de scores op de vragenlijsten GOED en VAAK enerzijds en de produktscores anderzijds, terwijl de samenhang tussen de scores op de vragenlijst MOEILIJK en de prestaties negatief is.

9.3.2. Hoofdeffecten van de instructies

In tabel 9.7 zijn per instructieconditie de gemiddelde produktscores, alsmede de gemiddelde relatieve tijd die besteed is aan oriënterende activiteiten weergegeven, met bijbehorende standaarddeviaties, afzonderlijk voor leer-, retentie- en transfertaak. In tabel 9.8 zijn enkele gegevens opgenomen uit de regressie-analyses die zijn uitgevoerd om de conditieverschillen te toetsen. De verschillen tussen de instructiecondities met betrekking tot de produktscores blijken niet significant te zijn. Er is wel sprake van een hoofdeffect op de relatieve tijd besteed aan oriënterende activiteiten. Bij de leer- en de retentietaak wordt hieraan in de matige en lage structuurconditie, vergeleken met de hoge structuurconditie, minder tijd besteed.

9.3.3. Interacties

In tabel 9.9 zijn enkele gegevens samengevat uit de regressie-analyses, waarbij, behalve de instructievariabele, ook de eerste leerlingkenmerkfactor (de ruimtelijk-technische intelligentie, RTI) is betrokken. Afzonderlijk voor leer-, retentie- en transfertaak zijn in de tabel opgenomen: het percentage variantie dat door de interactieterm (i.c. RTI x het contrast van hoge met matige en lage voorstructurering) wordt verklaard, de bijbehorende F-waarde (F), de regressieconstante (a), de richtingscoëfficiënt (b) en de Pearson-correlatie tussen de scores op RTI en de afhankelijke variabelen per conditie.

Uit tabel 9.9 is af te leiden dat leerlingen die hoog op de ruimtelijk-technische factor scoren bij retentie- en transfertaak het best presteren, indien zij de leertaak hebben gemaakt onder de conditie met de lage of matige voorstructurering. Deze leerlingen leveren de slechtste prestaties na de conditie met de hoge voorstructurering. Bij de leertaak treedt dit type interactie niet op. Tevens blijkt dat er met betrekking tot de relatieve tijd die is besteed aan oriënterende activiteiten geen interacties optreden tussen de ruimtelijk-technische intelligentie en de instructiecondities.

9.4 Nabeschuwing

In Onderzoek 4 stond de vraag centraal naar de lange termijn effecten van verschillende niveaus van voor-

structurering. Gebleken is dat er zowel op korte als op lange termijn geen hoofdeffecten van deze instructievariabele op de produktscores optreden.

Dit beeld verandert echter, wanneer leerlingkenmerken in de analyses worden betrokken. Op lange termijn blijkt een hoge voorstructurering een negatieve uitwerking te hebben op de prestaties van ruimtelijk-technisch intelligente leerlingen; er is echter een (gering) positief effect op de prestaties van minder intelligente leerlingen. Deze interactie treedt op:

- a) Bij het zonder specifieke instructies uitvoeren van dezelfde praktijkopdracht, die drie á vier weken eerder, vergezeld van instructies, als leertaak werd aangeboden.
- b) Bij het zonder specifieke instructies uitvoeren van een, vergeleken met een zes á acht weken eerder aangeboden leertaak, nieuwe, soortgelijke opdracht met bepaalde extra moeilijkheden.

Aangezien dergelijke interacties zich niet voordoen bij de leertaak, moet worden geconstateerd dat de nadelen van een hoge voorstructurering voor leerlingen met een goed ruimtelijk-technisch inzicht (en de voordelen daarvan voor leerlingen met een zwak ruimtelijk-technisch inzicht) zich in dit onderzoek eerst op de lange termijn openbaren. Opmerkelijk hierbij is de differentiële nawerking van de instructies op de prestaties bij een bijna twee maanden later uitgevoerde transfertaak. Blijkbaar slagen leerlingen met een goed ruimtelijk-technisch inzicht er niet in om, na een voor hen minder optimale instructie, onder meer passende omstandigheden (i.c. de laag-gestructureerde werksituatie bij de transfertaak) een optimale transfer te bewerkstelligen.

Tot slot dient te worden opgemerkt dat duidelijke corresponderende interacties op de procesvariabele RTORIEN in dit onderzoek niet zijn geconstateerd. Hier liggen dus geen aangrijpingspunten voor een nadere verklaring van de gevonden interacties op de produktscores (zoals dat wel het geval was bij Onderzoek 2).

Hoofdstuk 10. Onderzoek 5

10.1. Inleiding

De Onderzoeken 1 tot en met 5 hebben op verschillende wijze evidentie opgeleverd ten gunste van de centrale onderzoekshypothese (4.5). Een weinig gestructureerde instructie kan blijkbaar negatieve gevolgen hebben voor de ene leerling, terwijl een meer gestructureerde instructie nadelig kan zijn voor de andere leerling. Wanneer een docent deze individuele verschillen niet wenst te negeren, staan hem - globaal - twee benaderingen ter beschikking. Hij kan, op grond van een oordeel over de leerlingen, besluiten verschillende leerlingen verschillend gestructureerde instructies te geven. Of hij kan proberen een methode te ontwerpen met behulp waarvan de leerling leert zelf de benodigde structuur in de opdracht aan te brengen. In verband met dit laatste doet zich de vraag voor of het mogelijk is een methode te vinden die leidt tot betere prestaties voor minder begaafde leerlingen, zonder dat een en ander ten koste gaat van de prestaties van de meer begaafde leerlingen. Om deze reden is besloten naast de eerder gebruikte instructiecondities, met respectievelijk een hoge en een lage mate van voorstructurering, in Onderzoek 5 ook de effecten na te gaan van een heuristische instructiestrategie. De bedoeling hiervan is de leerlingen aan de hand van een aantal richtlijnen, die hij naar eigen inzicht kan toepassen, te helpen bij het zelf structureren van de opdracht. Daarnaast is besloten in het laatste onderzoek van het project de aandacht te richten op de volgende zaken:

- a) Ofschoon in de vorige onderzoeken sprake was van een acceptabele ecologische validiteit is in Onderzoek 5 een nog realistischer onderzoekssituatie nagestreefd door aan de participerende scholen verbonden docenten als proefleider in het onderzoek te betrekken (de leerlingen kregen les van hun eigen leraar), door de

observaties achterwege te laten en door de normale klassikale werksituatie meer te benaderen.

- b) In Onderzoek 1 tot en met 4 is alleen subjectieve informatie over de beheersingsgraad van de relevante intellectuele en motorische vaardigheden in de onderzoeksopzet betrokken (namelijk door de leerlingen subjectieve competentie-vragenlijsten te laten invullen).

In Onderzoek 5 is het feitelijk beheersingsniveau van de bedoelde vaardigheden vastgesteld.

- c) Om te kunnen vaststellen in hoeverre de in de Onderzoeken 1 tot en met 4 gevonden interacties generaliseerbaar zijn naar andere afdelingen dan de 'elektrotechniek' van het lager technisch onderwijs, is het onderzoek uitgebreid naar de afdeling 'mechanische techniek'.
- d) In Onderzoek 5 zijn de leerlingen niet volledig aselekt aan de experimentele condities toegewezen; de experimentele groepen zijn gevormd op basis van de ruimtelijk-technische intelligentie van de leerlingen.

10.2. Methode

10.2.1. Leerlingen

In de eerste fase van het onderzoek zijn klassikale tests afgenomen. Hieraan is deelgenomen door 292 mannelijke leerlingen uit derde klassen van de afdelingen elektrotechniek (121 leerlingen) en mechanische techniek (171 leerlingen) van zes verschillende scholen voor lager technisch onderwijs. Bij de data-analyse is alleen gebruik gemaakt van gegevens van leerlingen die (a) aan alle onderzoeksactiviteiten hebben deelgenomen en (b) waarvan met enige zekerheid kon worden aangenomen dat zij conform de bedoelingen aan het onderzoek hebben geparticipeerd (zie ook 5.3). Om gelijke aantallen per conditie te verkrijgen zijn bovendien de gegevens van drie aselekt gekozen leerlingen buiten beschouwing gelaten. Na toepassing van deze criteria resteerden 45 leerlingen uit de afdeling elektrotechniek en 99 leerlingen uit de afdeling mechanische techniek.

10.2.2. Praktijkopdrachten

In het onderzoek zijn twee verschillende praktijkopdrachten gebruikt. De eerste opdracht, met behulp

waarvan het beheersingsniveau der basisvaardigheden is vastgesteld (zie 10.2.6), betrof het vervaardigen van een chassis uit aluminium plaatmateriaal. De keuze van dit werkstuk en de aard van van de ermee gepaard gaande deelbewerkingen zijn gebaseerd op de kenmerken van de tweede praktijkopdracht, namelijk het vervaardigen van een schroefvedraaihouder (dezelfde opdracht als de transfertaak in Onderzoek 4). Beide werkstukken doen een beroep op dezelfde kennis en vaardigheden, zoals bijvoorbeeld het interpreteren van een werktekening in de vorm van een Amerikaanse projectie en het aftekenen, zagen, knippen, omzetten en vijlen van aluminium plaatmateriaal.

10.2.3. Produkt- en procesmeting

De prestaties van de leerlingen zijn vastgesteld door de gemaakte werkstukken te beoordelen op een aantal criteria. De beoordelingsprocedure is conform de in 5.2 beschreven werkwijze toegepast. Voor het chassis konden maximaal 61 en voor de schroefvedraaihouder maximaal 68 punten worden behaald.

Om informatie over het proces van totstandkoming van de werkstukken te verkrijgen hebben de leerlingen na afloop van de leer- en retentietask (zie 10.2.6) een vragenlijst ingevuld. Daarnaast is gebruik gemaakt van gegevens over de wijze waarop de leerlingen de heuristische instructie (zie 10.2.5) hebben gehanteerd.

10.2.4. Leerlingkenmerken

In Onderzoek 5 zijn de volgende leerlingkenmerken betrokken:

- a) Ruimtelijk-technische intelligentie, vastgesteld met behulp van de subtests ruimtelijk en technisch inzicht uit de DAT, de draadbuigtest (DBT) en de Group Embedded Figures Test (GEFT). De keuze van deze tests is gebaseerd op de factoranalyse betreffende de leerlingkenmerken uit Onderzoek 4, waar deze vier tests de hoogst ladende variabelen op de eerste factor vormden (zie 9.3.1).
- b) Beheersingsniveau van de relevante vaardigheden, vastgesteld met behulp van de in 10.2.2 besproken praktijkopdracht.

10.2.5. Instructies

Zoals in 10.1 reeds is vermeld zijn in Onderzoek 5 drie verschillende typen instructie gebruikt. Twee daarvan vertoonden grote overeenkomsten met de eerder in de Onderzoeken 2, 3 en 4 betrokken hoog- en laag-gestructureerde instructies. De derde instructie vormde een nieuw element in het onderzoeksproject. Hierbij is gebruik gemaakt van een speciaal voor dit doel vervaardigde heuristiek.

Elke instructietekst begon met inleidende opmerkingen over de opzet van het onderzoek en de aanpak van de opdracht. De tekst die daarna volgde was afhankelijk van de experimentele conditie. Bij de laag-gestructureerde instructie (instructie L) werd de leerling uitgenodigd de opdracht zelf in te delen in een aantal deelbewerkingen, zelf een werkvolgorde te bepalen en hulp te vragen aan de leraar ingeval van problemen. Bij de hoog-gestructureerde instructie (instructie H) is de opdracht voor de leerlingen ingedeeld in 17 deelbewerkingen, die in een verplichte, voor ieder gelijke volgorde moesten worden uitgevoerd. Bovendien was de leerling verplicht op twee van te voren bepaalde momenten zijn werk aan de leraar te laten zien, zodat deze eventueel hulp kon bieden. De heuristische instructie, in het vervolg aangeduid als instructie R, is als bijlage 3 aan deze studie toegevoegd. Via een aantal richtlijnen wordt getracht de leerlingen te helpen bij het kiezen van een eigen aanpak. Daarbij is achtereenvolgens aandacht besteed aan beeldvorming (stap 1 tot en met 3), analyse (stap 4 en 5), planning (stap 6) en uitvoering en evaluatie (stap 7).

10.2.6. Opzet en procedure

De opzet van Onderzoek 5 is schematisch weergegeven in figuur 10.1.

Het onderzoek begon met het klassikaal afnemen van de DAT- tests ruimtelijk en technisch inzicht, de GEFT en de DBT. De tests zijn gescoord en gestandaardiseerd. Per leerling is de som bepaald van de vier gestandaardiseerde testcores. Vervolgens is bij elke leerling vastgesteld of deze samengestelde testcore onder dan wel boven de mediaan lag.

Op basis hiervan zijn twee groepen gevormd: één met hoge testcores (boven de mediaan) en één met lage testcores (onder de mediaan).

Standaardisering en mediaansplitsing zijn afzonderlijk voor de afdeling elektrotechniek en de afdeling mechanische techniek uitgevoerd.

TESTS	BASISVAAR- DIGHEDEN	LEERTAAK			FEEDBACK	RETENTIETAAK
		STRUCTUUR LAAG	HEURISTIEK	STRUCTUUR HOOG		
		+	+	+		
		-	TESTSCORES -	-		

Figuur 10.1 : Onderzoeksopzet voor Onderzoek 5

De eerste praktijkopdracht bestond uit het vervaardigen van een chassis (zie 10.2.2). Deze opdracht is door de leerlingen zonder hulp of instructie uitgevoerd. Hiervoor waren twee lestijden gereserveerd. Bij het maken van de leertaak, is voor elke afdeling afzonderlijk, zowel de groep met hoge als de groep met lage testcores aselekt onderverdeeld in drie even grote subgroepen.

Deze subgroepen zijn toegewezen aan respectievelijk instructie L, instructie R en instructie H. In elke klas is elk van deze instructies toegepast. Maximaal stonden de leerlingen vier lestijden ter beschikking.

Voordat werd begonnen nam de praktijkdocent met de leerlingen de schriftelijke instructie hardop door en beantwoordde hij eventuele vragen. De opdracht is door de leerlingen individueel gemaakt.

Na inlevering van het werkstuk vulden de leerlingen een vragenlijst in (Vragenlijst I). De werkstukken werden beoordeeld. Drie á vier weken na de leertaak werden de behaalde resultaten aan de leerlingen bekend gemaakt (feedback). Tevens deelde de docent klassikaal het door de klas behaalde gemiddelde aantal punten mee en noemde hij de belangrijkste fouten die waren gemaakt. Bovendien stelde hij de leerlingen in de gelegenheid vragen te stellen naar aanleiding van de gemaakte fouten. Onmiddellijk na deze feedback maakten de leerlingen op

basis van de werktekening (zonder enige instructie) de schroefvedraaierhouder voor de tweede keer (retentietask). Na inlevering van het werkstuk vulden de leerlingen wederom een vragenlijst in (Vragenlijst II).

10.2.7. Verwerking van de gegevens

De voornaamste afhankelijke variabelen die bij de data-analyse zijn betrokken, zijn de behaalde produktscores bij de leertaak, de produktscores bij de retentietask en het verschil tussen die twee scores.

Omdat er, als gevolg van proefpersonenuitval (zie 10.2.1), in feite niet langer sprake was van mediaansplitsing, is besloten de data regressie-analytisch te verwerken. Hierbij is de in 5.3 beschreven procedure toegepast. Als predictor fungeerden de gestandaardiseerde basisvaardigheids-scores, respectievelijk de gestandaardiseerde RTI-scores (ruimtelijk-technische intelligentie).

Daarnaast is een variantie-analyse uitgevoerd met gedichotomiseerde basisvaardigheids-scores als attributvariabele. Hiervoor is gebruik gemaakt van het SPSS-programma ANOVA.

10.3. Resultaten

10.3.1. Descriptieve gegevens

Afzonderlijk voor de 45 leerlingen van de afdeling elektrotechniek en de 99 leerlingen van de afdeling mechanische techniek zijn de descriptieve gegevens voor Onderzoek 5 samengevat in de tabellen 10.1 en 10.2.

Gezien de te behalen maximumscores van 68 punten is er in beide afdelingen sprake van lage gemiddelde scores voor leer- en retentietask; ook de verschillscores zijn laag. Er zijn duidelijk positieve verbanden tussen de ruimtelijk-technische intelligentie (i.c. de RTI-scores) en de resultaten op de basisvaardigheidstoets en de leertaak.

In de afdeling mechanische techniek is een dergelijk verband ook aanwezig met betrekking tot de prestaties op de retentietask. Opvallend is de negatieve samenhang tussen de ruimtelijk-technische intelligentie en de verschillscores in de afdeling elektrotechniek.

In tabel 10.3 zijn enkele gegevens opgenomen betreffende de wijze waarop de leerlingen met de heuristiek (instructie R, zie bijlage 3) zijn omgegaan. Deze

informatie is verkregen uit de antwoorden van de leerlingen op de vragen die bij de verschillende stappen van de heuristiek zijn gesteld. Het gaat om de volgende variabelen:

Stap21: Het door de leerling bij stap 2 gegeven antwoord op vraag 1 "Snap je de tekening?".

Stap22: Het door de leerling bij stap 2 gegeven antwoord op vraag 2 "Denk je dat je het werkstuk zou kunnen aftekenen?".

Stap5N: Het aantal door de leerling bij stap 5 genoemde deelbewerkingen.

Stap5L: Het aantal door de leerling bij stap 5 genoemde 'opletpunten'.

Stap6V: Deze variabele krijgt de waarde '1', indien de werkvolgorde bij stap 5 is bepaald en de waarde '2', indien dit is gebeurd bij stap 6.

Het is opvallend dat van de 48 leerlingen uit conditie R er slechts twee aangeven de tekening niet te snappen en slechts drie dat zij problemen verwachten met het aftekenen. Een derde deel van de leerlingen uit conditie R bepaalt de werkvolgorde, zoals bedoeld, expliciet bij stap 6. Bij 12 leerlingen hebben analyse en planning gelijktijdig plaatsgevonden. Het is niet duidelijk of deze situatie ook geldt voor de overige leerlingen, omdat zij hebben nagelaten cijfers te plaatsen voor de deelbewerkingen.

Vergeleken met de 'expert'-analyse in conditie H (17 deelbewerkingen) komen de leerlingen uit conditie R tot een aanzienlijk grovere analyse (gemiddeld ongeveer 6 deelbewerkingen).

10.3.2. Hoofdeffecten van de instructies

De gemiddelde produktscores met bijbehorende standaarddeviaties voor de afzonderlijke condities zijn samengevat in tabel 10.4. De verschillen tussen de instructiecondities zijn getoetst met behulp van regressieanalyses, die zijn uitgevoerd volgens de in 5.3 beschreven werkwijze. De relevante gegevens zijn samengevat in tabel 10.5 voor de afdeling elektrotechniek en in tabel 10.6 voor de afdeling mechanische techniek.

In de afdeling elektrotechniek leiden de instructies bij de leertaak niet tot significant van elkaar verschillende resultaten. Op wat langere termijn (retentietaak) blijkt instructie L betere resultaten op te leveren dan instructie R. De verschillen in de gemiddelde verschillen scores tussen de condities zijn niet significant.

In de afdeling mechanische techniek blijken de drie

instructies op langere termijn niet tot verschillende resultaten te leiden. Bij de leertaak worden slechtere prestaties geleverd onder conditie R dan onder de condities H en L.

10.3.3. Interacties

De voornaamste resultaten van de uitgevoerde regressie-analyses zijn, afzonderlijk voor de beide afdelingen, samengevat in de tabellen 10.7 tot en met 10.10. Tabel 10.7 en tabel 10.8 hebben betrekking op de interacties tussen de basisvaardigheids-scores en de instructiecondities; tabel 10.9 en tabel 10.10 bevatten gegevens met betrekking tot de interacties tussen de ruimtelijk-technische intelligentie en de instructiecondities.

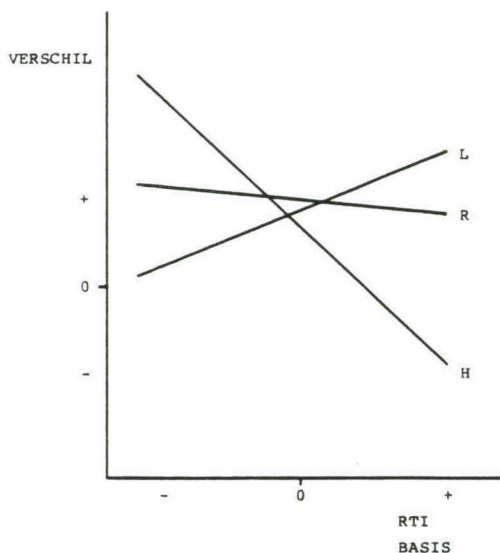
In de tabellen zijn opgenomen: het percentage variantie dat door de betrokken interactieterm wordt verklaard (% var), de bijbehorende F-waarde (F) en, per conditie, de regressieconstante (a), de richtingscoëfficiënt (b) en de Pearson-correlatie (r) tussen leerlingkenmerk en afhankelijke variabele.

Uit de tabellen is het volgende af te leiden:

- Bij de leertaak treden geen interacties op. Dit betekent dat er in elke experimentele conditie ongeveer hetzelfde (positieve) verband is tussen het beheersingsniveau der basisvaardigheden, respectievelijk de ruimtelijk-technische intelligentie en de prestaties.
- In de afdeling elektrotechniek blijkt instructie R voor leerlingen die hoog scoren op de toets voor de basisvaardigheden en de tests voor ruimtelijk-technische intelligentie tot de beste prestaties bij de retentietaak te leiden. Leerlingen met een geringere ruimtelijk-technische intelligentie presteren het best na instructie H of instructie L. Leerlingen met een lage basisvaardigheids-score presteren het best na instructie L. Deze leerlingen behalen de laagste verschillcores na instructie R; voor leerlingen met een hoge basisvaardigheids-score leidt instructie R tot de hoogste verschillcores.
- In de afdeling mechanische techniek leveren de interacties tussen enerzijds het beheersingsniveau der basisvaardigheden, anderzijds de ruimtelijk-technische intelligentie en de instructiecondities op de verschillcores ongeveer hetzelfde beeld op. Deze interacties zijn schematisch weergegeven in figuur 10.2.

Leerlingen met hoge basisvaardigheids- en RTI-scores behalen onder conditie H bij de retentietaak lagere

scores dan bij de leertaak (negatieve verschillcores); deze leerlingen behalen vooral positieve verschillcores onder conditie L, maar ook onder conditie R. Leerlingen met lage leerlingkenmerkscores behalen juist de meest positieve verschillcores onder conditie H.



Figuur 10.2 : Grafische (schematische) weergave van de relatie tussen de verschillcores (VERSCHIL) en de ruimtelijk-technische intelligentie (RTI), respectievelijk de beheersingsgraad der basisvaardigheden (BASIS) voor de laag-gestructureerde (L), de heuristische (R) en de hoog-gestructureerde conditie (H)

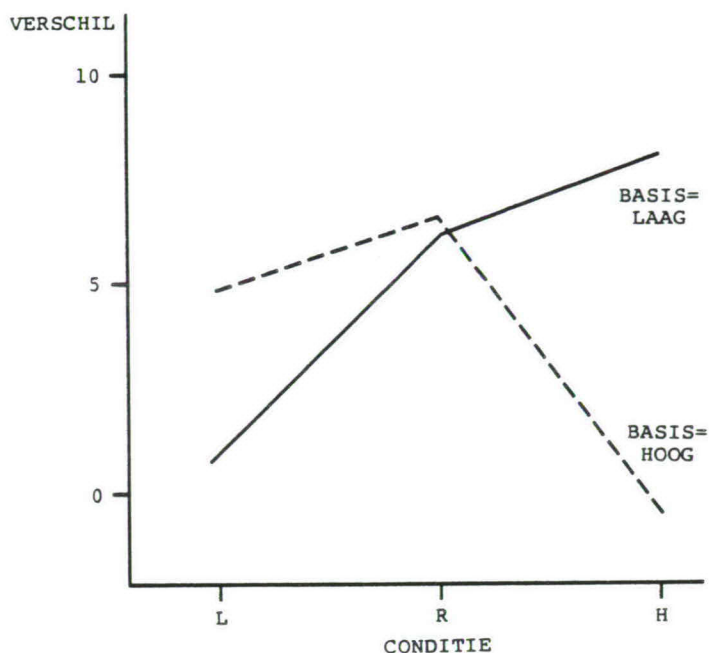
Ook op de retentietaak treden interacties op tussen de toets voor de basisvaardigheden en de instructiecondities.

De instructies L en R leiden voor leerlingen met een hoge basisvaardigheids-score tot betere prestaties dan de instructie H. Leerlingen met lage scores profiteren daarentegen het meest van instructie H.

De interactie tussen de basisvaardigheids-scores en instructiecondities op de verschillcores is ook variantie-analytisch getoetst.

Per conditie zijn de resultaten van de dertien laagst-scorende leerlingen vergeleken met die van de dertien hoogst-scorende leerlingen (per conditie zijn dus zeven leerlingen in het middengebied van de basisvaardig-

heids-scores niet in de analyses betrokken). De resultaten van de variantie-analyse zijn samengevat in de tabellen 10.11 en 10.12 en grafisch weergegeven in figuur 10.3.



Figuur 10.3 : Grafische weergave van de gegevens uit tabel 10.11

10.4. Nabeschouwing

De belangrijkste afhankelijke variabele in Onderzoek 5 was de verschillscore, geoperationaliseerd als de behaalde produktscore bij de retentietask minus de produktscore bij de leertask. Gebleken is dat de drie instructiemethoden gemiddeld tot ongeveer dezelfde verschillscores leidden.

Het is niet uitgesloten dat de effectiviteit van een heuristische benaderingswijze, zoals toegepast bij conditie R, verhoogd zou kunnen worden door de leerlingen over wat langere termijn met dergelijke heuristieken te laten werken. Aan instructie R lag de intentie ten grondslag de leerlingen door zelfwerkzaamheid tot een betere oriëntering op de uitvoering van de opdracht te brengen. Op deze manier zou de kans op een 'blinde exploratie' (Fryda en Elshout, 1976) verkleind kunnen worden. Waarschijnlijk heeft instructie R niet dit

effect gehad, onder andere omdat leerlingen in het algemeen weinig ervaring hebben met het gericht probleemoplossend handelen. De gegevens over de wijze waarop de leerlingen van instructie R hebben gebruik gemaakt ondersteunen deze opvatting enigszins. Slechts een kleine minderheid van de leerlingen verwacht problemen met het werkstuk en maakt gebruik van de mogelijkheid deze problemen op voorhand op te lossen, terwijl een grote meerderheid tijdens de taakuitvoering wel degelijk in de problemen komt. Leerlingen 'zien' blijkbaar de problemen niet. Bovendien blijkt uit de gegevens dat er dikwijls sprake is van een onvoldoend doordachte analyse en planning.

Na afloop van de werkzaamheden is door de leerlingen een vragenlijst ingevuld. Opvallend is dat leerlingen daarbij te kennen geven vooral de instructie met de hoge voorstructurering als steun te ervaren en positief te waarderen, doch tegelijkertijd een voorkeur uiten voor een andere, zelf te bepalen werkwijze.

Onderzoek 5 heeft duidelijk gemaakt dat het type interactie dat in de Onderzoeken 1 tot en met 4 is gevonden, ook optreedt in de afdeling mechanische techniek van het lager technisch onderwijs en zich bovendien manifesteert wanneer basisvaardigheids-scores als leerlingkenmerk worden gebruikt. Verder is gebleken dat heuristische aanwijzigingen even effectief zijn voor leerlingen die hoog op de toets voor de basisvaardigheden en/of de tests voor ruimtelijk-technische intelligentie scoren als voor leerlingen die hierop laag scoren.

Het is overigens opvallend dat in Onderzoek 5, waar de generaliseerbaarheid van de tot dan toe in de afdeling elektrotechniek verkregen onderzoeksresultaten in het geding was, bedoelde resultaten wel optreden in de afdeling mechanische techniek, maar niet in de afdeling elektrotechniek.

Hoofdstuk 11. Algemene discussie

11.1. Inleiding

In 1.3 is de centrale vraagstelling die aan deze studie ten grondslag ligt omschreven als: "In hoeverre en op welke wijze moet bij het geven van instructies betreffende de uitvoering van praktijkopdrachten rekening worden gehouden met verschillen tussen leerlingen?". In de hoofdstukken 6 tot en met 10 zijn de opzet en de resultaten gepresenteerd van de vijf onderzoeken die, ter beantwoording van bovenstaande algemene vraagstelling, de afgelopen jaren op diverse lagere technische scholen zijn uitgevoerd. In dit hoofdstuk wordt geprobeerd tot een integratie van de onderzoeksbevindingen te komen. Aan de hand van een aantal thema's die uit de centrale vraagstelling zijn afgeleid, zullen de voornaamste onderzoeksresultaten worden samengevat en besproken. Eerst wordt aandacht besteed aan het karakter van de in het onderzoeksproject betrokken praktijkopdrachten, aan de wijze waarop de leerlingen deze opdrachten in het algemeen aanpakten en aan de resultaten die zij daarbij behaalden (11.2). Daarna wordt ingegaan op de in het onderzoek betrokken leerlingkenmerken (11.3) en instructiemethoden (11.4). In 11.5 worden de gevonden interacties tussen instructie- en leerlingkenmerken aan de hand van de in 4.5 geformuleerde onderzoekshypothese samengevat en geïnterpreteerd. Daarbij worden tevens relaties gelegd met het in hoofdstuk 4 beschreven ATI-onderzoek. In 11.6, tenslotte, wordt een aantal conclusies getrokken en worden enkele aanbevelingen voor de onderwijspraktijk gedaan.

11.2. Praktijkopdrachten: aanpakgedrag en resultaten

In de diverse fasen van het onderzoeksproject zijn door de deelnemende leerlingen verschillende praktijkop-

drachten gemaakt. Deze zijn in te delen in elektro-montages en plaatwerkstukken. Het gemeenschappelijk kenmerk van deze opdrachten wordt gevormd door het gegeven dat van de leerlingen wordt verondersteld dat zij min of meer zelfstandig een aantal eerder verworven basisvaardigheden en eerder opgedane kennis toepassen en integreren bij het ontwerpen en uitvoeren van betrekkelijke nieuwe, doelgerichte en complexe handelingssequenties. In hoofdstuk 2 is betoogd dat het beheersen van afzonderlijke basisvaardigheden nog geen garantie biedt voor succes bij het uitvoeren van praktijkopdrachten. Van groot belang is dat de leerling erin slaagt de beschikbare vaardigheden en kennis te combineren en te integreren in doelgerichte strategieën die op telkens nieuwe problemen kunnen worden toegepast. Kortom, het gaat hier niet om mechanisch, maar om creatief gebruik van kennis en vaardigheden. Daarbij zal de leerling de hem beschikbare informatie op een adequate wijze moeten 'vertalen' in doelgerichte motorische activiteiten. In 2.5 is in dit verband gewezen op het belang van cognitieve processen als beeldvorming, analyse, planning en evaluatie.

Zo gezien, stelt het zelfstandig uitvoeren van praktijkopdrachten nogal wat eisen aan leerlingen. Ook de lage gemiddelde scores die de leerlingen voor de werkstukken behaalden, wijzen op de hoge moeilijkheidsgraad van de opdrachten. Dikwijls behaalden de leerlingen gemiddeld minder dan de helft van het totaal aantal bij een bepaalde opdracht te behalen punten. Slechts weinig verbetering werd geconstateerd indien een opdracht een tweede keer werd gemaakt.

Bij de interpretatie van deze lage gemiddelde scores dient rekening te worden gehouden met de onderzoekssituatie, waarin sterk de nadruk werd gelegd op het zelfstandig werken. De leerlingen stonden er veel meer alleen voor dan in normale klassesituaties, waar zij een beroep kunnen doen op medeleerlingen en/of praktijkdocent. De lage gemiddelden gingen gepaard met aanzienlijke verschillen tussen de leerlingen met betrekking tot de geleverde prestaties. Sommige leerlingen wisten bijna perfecte werkstukken te vervaardigen; veel leerlingen kwamen nauwelijks aan uitvoerende activiteiten toe of maakten werkstukken die in zeer geringe mate voldeden aan de gestelde specificaties. Deze verschillen in prestaties bleken samen te hangen met verschillen tussen leerlingen in het vertoonde aanpakgedrag.

Uit onderzoek naar het aanpakgedrag van zwak presterende leerlingen is gebleken dat deze leerlingen in het alge-

meen veel tijd besteden aan oriënterende activiteiten, zonder daarbij tot een goede probleem-analyse en planning te komen. Hun werkwijze is veelal weinig systematisch ('trial and error') en wordt gekenmerkt door frequent optredende impasses: het blijven steken in een bepaalde situatie en het achterwege blijven van fouten-analyses en oplossingsgerichte acties. Sommige leerlingen vragen daarbij ook te pas en te onpas om hulp, zonder zicht te hebben op de aard van de problemen. Het 'zien' van problemen is trouwens in het algemeen geen sterk ontwikkelde eigenschap. Na (vluchtige) bestudering van tekening of schema, geven veel leerlingen er blijk van geen problemen te verwachten. Zij gaan vaak te snel over tot uitvoerende activiteiten en komen daarna in moeilijkheden.

Goed presterende leerlingen werken in het algemeen oplossings- en doelgericht. Zij hebben gauw in de gaten hoe het te vervaardigen werkstuk eruit moet komen te zien (beeldvorming) en kunnen daarom, mede op grond van een goede analyse en planning, relatief veel aandacht schenken aan uitvoerende handelingen. Zij wekken ook de indruk in staat te zijn op gerichte wijze fouten te analyseren. De werkwijze van deze leerlingen is te typeren als **handelingsgericht**, in tegenstelling tot de **toestandsgerictheid** van de zwak presterende leerlingen (vergelijk Kuhl, 1983).

11.3. Leerlingkenmerken

De verschillende in het onderzoek betrokken leerlingkenmerken zijn in te delen in:

- a) **Intelligentiefactoren en psychomotorische vermogens.** Meer specifiek is ten aanzien van deze categorie een onderscheid gemaakt in verbale intelligentie, ruimtelijk-technische intelligentie en psychomotorische vermogens als handvaardigheid, oog-hand coördinatie en pols-snelheid.
- b) **Voorkennis, beheersingsniveau der basisvaardigheden en subjectieve competentie.** Deze variabelen hebben betrekking op respectievelijk het feitelijk niveau van kennen en kunnen van de leerlingen en op de wijze waarop de leerlingen tegen een bepaalde opdracht aankijken.
- c) **Cognitieve stijl.** Hierbij gaat het om de wijze waarop leerlingen geneigd zijn op situaties te reageren, met name voor wat betreft het verwerken van in de omgeving aanwezige informatie. De veld(on)afhankelijkheid

en de impulsiviteit-reflectiviteit zijn de specifieke cognitieve stijlkenmerken die in het onderzoeksproject zijn betrokken.

- d) De specifieke **persoonlijkheidsfactoren** prestatiemotivatie, positieve en negatieve faalangst.

Van de bovenstaande leerlingkenmerken vormt de **ruimtelijke-technische intelligentie** ongetwijfeld de voornaamste factor. Dat komt enerzijds doordat deze intelligentiefactor in elk onderzoek een positieve samenhang vertoont met de geleverde prestaties, anderzijds doordat de ruimtelijke-technische intelligentie ook een belangrijke component blijkt te zijn van de onder b) en c) genoemde variabelen.

Leerlingen met een goed ruimtelijk-technisch inzicht blijken in het algemeen efficiënt te werken, hetgeen, in de context van het onderzoek, betekent dat zij in korte tijd relatief goede werkstukken vervaardigen. Daarbij besteden zij relatief veel tijd aan uitvoerende en weinig tijd aan oriënterende activiteiten. Van de psychomotorische vermogens is alleen de handvaardigheid (zoals gemeten met de draadbuigtest) positief gerelateerd aan de prestaties; de andere psychomotorische vermogens blijken voor het uitvoeren van complexe praktijkopdrachten van ondergeschikt belang te zijn (Schouten, in voorbereiding). Dit gegeven onderstreept nog eens het 'cognitieve' karakter van praktijkopdrachten en is in overeenstemming met de bevindingen van andere onderzoekers. Keele (1982), bijvoorbeeld, komt bij het analyseren van complexe psychomotorische vaardigheden tot de conclusie dat "...skills...should be viewed not just as depending on perceptual and motor abilities, things like reaction time and movement time, but also as depending very heavily on a variety of cognitive abilities" (op. cit., blz. 145). Overigens dient te worden opgemerkt dat ook de handvaardigheid, zoals vastgesteld met behulp van de draadbuigtest en de Minnesota Spatial Relations Test, positief samenhangt met het ruimtelijk-technisch inzicht van de leerlingen. Gezien de aard van de gebruikte tests is dit niet verwonderlijk. Zo worden de prestaties op de draadbuigtest, behalve door vaardigheden in het 'manipuleren', ook bepaald door inzicht in de onderlinge verhouding van de verschillende draadgedeelten en door het aanpakgedrag (zie ook De Zeeuw, 1976).

Tussen de prestatiemotivatie (zoals gemeten met de PMT-k) en de geleverde prestaties is in geen der onderzoeken een verband vastgesteld. In de onderzoeken waarbij rapportcijfers voor de praktijkvakken zijn opgevraagd is evenmin een samenhang geconstateerd tussen

deze variabele en de prestatiemotivatie (Onderzoek 3, Onderzoek 4). Een relatie tussen de subjectieve competentie en de prestaties is alleen gevonden in Onderzoek 4: er is sprake van een positieve samenhang tussen de verwachting goede prestaties te leveren en de vertrouwdeheid met een aantal deelhandelingen enerzijds en de behaalde scores voor de werkstukken anderzijds, terwijl de samenhang tussen deze scores en de door de leerlingen geschatte moeilijkheidsgraad van de opdracht negatief is. In Onderzoek 5 bleken leerlingen met een hoge score op een toets waarmee het beheersingsniveau der motorische en intellectuele basisvaardigheden is vastgesteld in het algemeen relatief goede prestaties te leveren. Veldonafhankelijke leerlingen maken in de meeste gevallen betere werkstukken dan veldafhankelijke leerlingen. Dit verschil kan echter niet uitsluitend worden toegeschreven aan verschillen in informatieverwerkingsstijl, maar komt voor een deel ook voor rekening van de ruimtelijk-technische intelligentie.

11.4. Instructiekenmerken

De keuze van de instructievariabelen die in het onderzoek zijn betrokken is, zoals uiteengezet in 3.3, gebaseerd op het in figuur 2.2 opgenomen procesmodel. De gedachte hierbij is dat de instructies moeten aansluiten bij de eisen die het uitvoeren van praktijkopdrachten aan leerlingen stelt. Zo geredeneerd kunnen instructies betrekking hebben op de aspecten beeldvorming, analyse, planning, uitvoering en evaluatie. Uit observaties is gebleken dat de directe instructiemaatregelen van praktijkdocenten in het lto met behulp van deze categorieën adequaat te classificeren zijn (Schouten et al., 1985). Voorbeelden van dergelijke instructiemaatregelen zijn:

- a) Met betrekking tot **beeldvorming**: het uitleggen van de functie en de werking van een schakeling; het maken van verduidelijkende tekeningen op het bord (bijvoorbeeld voor-, zij- en bovenaanzichten van plaatwerkstukken); het laten zien van en geven van uitleg bij voorbeeldwerkstukken.
- b) Met betrekking tot **analyse**: een bepaalde opdracht verdelen in subtaken of de leerlingen helpen bij het maken van dergelijke onderverdelingen; het aangeven van belangrijke oriëntatiepunten; het (helpen bij het) scheiden van hoofd- en bijzaken; het (leerlingen laten) inventariseren van benodigde gereedschappen en bewerkingsmachines; het (helpen bij het) maken van

uitslagtekeningen of stroomkringschema's.

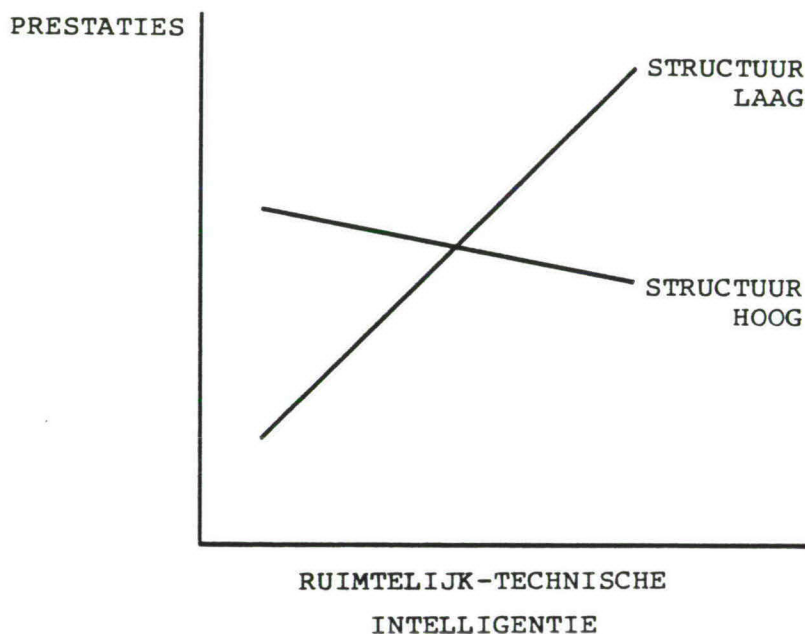
- c) Met betrekking tot **planning**: het leerlingen helpen bij het opstellen van werkplannen of werkvoorbereidingen; het geven van een logische werkvolgorde; het geven van hulp bij het aftekenen op plaat of montagebord.
- d) Met betrekking tot **uitvoering**: het demonstreren van of helpen bij de uitvoering van een bepaalde deelwerking; het demonstreren van of helpen bij het gebruikmaken van bewerkingsmachines.
- e) Met betrekking tot **evaluatie**: het controleren van (deel)produkten en het op grond daarvan verschaffen van feedback; het stimuleren van zelfcontrole; het (helpen bij het) evalueren van een gevolgde werkwijze.

Door het geven van bovenstaande instructies of hulp brengt de docent voor de leerling structuur aan in de leersituatie. Het **niveau van voorstructurering** wordt nog verder verhoogd door veel aanwijzingen te geven met een concreet karakter en de leerling bovendien te verplichten de aanwijzingen op te volgen. Het uitgangspunt achter bedoelde structurerende maatregelen is dat leerlingen door observatie en imitatie van de handelwijze van een expert (i.c. de docent) tot een (even) adequaat aanpakgedrag komen. In het onderzoeksproject is het **niveau van voorstructurering** van een bepaalde praktijkopdracht als belangrijkste instructiekenmerk gehanteerd. Daarbij is in hoofdzaak gebruik gemaakt van schriftelijke instructies, die eventueel mondeling werden toegelicht. De resultaten overziend, kan worden vastgesteld dat een hoog niveau van voorstructurering gemiddeld niet tot betere prestaties leidt dan een laag niveau van voorstructurering. Zowel op korte als lange termijn leiden deze verschillende instructies in het algemeen niet tot van elkaar verschillende resultaten. In Onderzoek 5 is naast instructies met een hoge en lage voorstructurering ook een heuristische procedure toegepast. Hierbij werden de leerlingen uitgenodigd om aan de hand van een aantal heuristische richtlijnen de opdracht zelf te structureren. Ook deze aanpak leidde gemiddeld niet tot betere of slechtere resultaten dan de andere. Wel is ten aanzien van een heuristische aanpak de opmerking gemaakt dat het effect van dergelijke maatregelen zich wellicht pas op de lange termijn openbaart. Het boven geschetste beeld (hetgeen betrekking heeft op gemiddelden per instructieconditie) verandert echter wanneer de resultaten van een bepaalde instructiemethode afzonderlijk voor verschillende leerlingtypen worden vastgesteld.

11.5. Interacties tussen instructie- en leerling-kenmerken

11.5.1. Samenvatting en kanttekeningen

Terugblikkend op de onderzoeksresultaten kan worden vastgesteld dat zich in elk van de uitgevoerde onderzoeken, volgens een vergelijkbaar patroon, interacties voordoen tussen instructie- en leerlingkenmerken. De optredende interacties zijn - globaal - van dien aard dat de in de centrale onderzoekshypothese vervatte voorspelling wordt bevestigd. De gevonden interacties zijn grafisch samengevat in figuur 11.1.



Figuur 11.1 : Grafische samenvatting van de gevonden interacties

Uit de figuur is af te leiden dat de in het onderzoek gebruikte instructies voor verschillende leerlingen een verschillende uitwerking hebben. Voor leerlingen met een zwakke ruimtelijk-technische intelligentie leidt een relatief **hoog** niveau van voorstructurering tot betere

prestaties dan een relatief laag niveau van voorstructurering. Voor leerlingen met een goede ruimtelijk-technische intelligentie geldt het tegenovergestelde: juist een relatief laag niveau van voorstructurering brengt hen tot betere resultaten.

Alvorens een en ander verder te bespreken, volgen hieronder enkele kanttekeningen met betrekking tot de R-, O- en L- variabelen die bij deze interactie betrokken zijn. De eerste kanttekening betreft het moment waarop de bedoelde interactie zich op de afhankelijke variabele manifesteert. In twee onderzoeken (namelijk Onderzoek 2 en 3) treden interacties op tijdens de instructiefase; in de andere drie onderzoeken openbaren de interacties zich pas op langere termijn. In de nabeschouwing bij Onderzoek 3 is gesuggereerd dat dergelijke verschillen zouden kunnen samenhangen met verschillen in de tijd die de leerlingen zijn blootgesteld aan de invloed van de instructiemaatregelen. Het lijkt evident dat instructiemaatregelen enige tijd werkzaam moeten zijn om onmiddellijk (i.e. op een instructie- of een natoets) interacties op te leveren. Toch blijkt de duur van de 'treatment' geen voldoende voorwaarde te zijn: in Onderzoek 2 en Onderzoek 5 neemt de instructiefase ongeveer evenveel tijd in beslag, echter, in het ene onderzoek doen zich interacties voor op de korte, in het andere onderzoek pas op de lange termijn. Kortom: variaties in het niveau van voorstructurering leiden in deze studie op tamelijk consistente wijze tot interacties met de ruimtelijk-technische aanleg van de leerlingen. Het is echter niet helemaal duidelijk wanneer korte- en wanneer lange-termijn effecten (of beide) te verwachten zijn.

Een volgende opmerking heeft betrekking op het niveau van voorstructurering. Aan de hand van het in figuur 3.1 gegeven classificatieschema kunnen de in afzonderlijke onderzoeken gebruikte instructiemaatregelen met elkaar worden vergeleken. Binnen elk onderzoek is nagegaan wat de effecten zijn van verschillende niveaus van voorstructurering. Een vergelijking van de gekozen niveaus leert dat er in dit opzicht ook van onderzoek tot onderzoek verschillen zijn, met name voor wat betreft het hoge niveau. Zo is er zowel in Onderzoek 4 als in Onderzoek 5 sprake van 17 deelbewerkingen, die in een verplichte volgorde moeten worden afgewerkt. In Onderzoek 5 echter, zijn twee verplichte beoordelingsmomenten toegevoegd, respectievelijk in de beeldvormings- en in de planningsfase. Dergelijke maatregelen hebben een duidelijk structuur-verhogend effect. In de uitgevoerde

onderzoeken is voorstructurering vooral bewerkstellig via de analyse- en de planningsfase. Men dient zich te realiseren dat aanzienlijk hogere niveaus van voorstructurering bereikt kunnen worden, indien daarnaast maatregelen ten aanzien van de beeldvorming en de uitvoering worden getroffen (bijvoorbeeld feedback na elke uitgevoerde deelbewerking). Deze overwegingen zijn van belang bij het interpreteren van de gevonden interacties. Het gaat in deze studie steeds om relatieve niveauverschillen. Het is niet uitgesloten dat vergroting van de verschillen in absolute zin tot meer variantieverklarende interacties zou leiden.

De laatste kanttekening heeft betrekking op de aard van de leerlingkenmerken die bij de gevonden interacties een rol spelen. In 4.4 wordt voorafgaande aan de centrale onderzoekshypothese de vraag gesteld of eventuele interacties ook zouden optreden, indien zogenaamde Gv-(spatial-visualization ability) kenmerken in het onderzoek zouden worden betrokken. Op grond van de verkregen onderzoeksresultaten kan deze vraag bevestigend worden beantwoord. Vandaar dat in de samenvattende figuur (figuur 11.1) bij de x-as de term ruimtelijk-technische intelligentie is gebruikt. In Onderzoek 4 en 5 ging het hierbij om een combinatie van tests die in de eerder uitgevoerde onderzoeken afzonderlijk tot interacties met de instructiecondities aanleiding gaven. In Onderzoek 4 is zo'n combinatie verkregen door middel van factoranalyses, in Onderzoek 5 door middeling van de scores op de tests die hoog laadden op de eerste factor uit deze analyses. Het betreft hier tests, waarbij de leerling voor opgaven wordt gesteld die een beroep doen op ruimtelijk voorstellingsvermogen en/of technisch-inzicht. Gebleken is dat ook de gebruikte tests om de veld(on)afhankelijkheid en de handvaardigheid te meten (respectievelijk de Group Embedded Figures Test en de draadbuigtest) een belangrijke ruimtelijk-technische component bevatten (zie bijvoorbeeld Onderzoek 2). Dit gegeven impliceert dat veld(on)afhankelijkheid niet uitsluitend als een structurings- of autonomiestijl (Simons et al., 1981) kan worden geïnterpreteerd, maar dat ook rekening dient te worden gehouden met vaardigheidsaspecten.

Ter afsluiting van deze kanttekening moet nog worden opgemerkt dat er met betrekking tot de behaalde resultaten geen interacties zijn geconstateerd tussen enerzijds de instructiemaatregelen en anderzijds de leerlingkenmerken impulsiviteit-reflectiviteit, prestatiemotivatie en subjectieve competentie. Wel deden zich

interacties voor met de faalangst (Onderzoek 2) en de scores op de toets voor de basisvaardigheden (Onderzoek 5). De prestaties van de leerlingen op de bedoelde toets kunnen worden beschouwd als een aanduiding van de 'prior achievement' (Tobias, 1982). De interactie vormt een bevestiging van Tobias' 'instructional support' hypothese: leerlingen met hoge basisvaardigheids-scores presteren het best wanneer weinig hulp (i.c. structuur) wordt verschaft; leerlingen met lage basisvaardigheids-scores presteren juist het best wanneer veel hulp wordt geboden.

De faalangst-interactie is in overeenstemming met door Hermans (1969) gerapporteerde onderzoeksbevindingen: relatief positief faalangstige leerlingen presteren het best onder laag-gestructureerde condities; relatief negatief faalangstige leerlingen leveren de beste prestaties onder hoog-gestructureerde condities.

11.5.2. Nadere beschouwing

In 4.3 en 4.4 is ATI-onderzoek gepresenteerd waarbij - voor leerstof uit het cognitieve domein- de effecten zijn onderzocht van verschillende niveaus van voorstructurering of hulp op de leerprestaties van naar aanleg en voorkennis verschillende leerlingen.

In de onderhavige studie is dit type onderzoek uitgebreid naar het psychomotorische domein. Nagegaan is welk niveau van voorstructurering voor welk type leerling tot de 'beste' toepassing en integratie leidt van eerder verworven kennis en psychomotorische basisvaardigheden bij het uitvoeren van complexe praktijkopdrachten. De gevonden interacties zijn samengevat in figuur 11.1.

De interacties wijzen erop dat variaties in voorstructurering niet alleen gevolgen hebben voor leerlingen met lage, maar ook voor leerlingen met hoge scores op tests voor ruimtelijk-technische intelligentie. Het gegeven dat leerlingen met lage scores op deze tests betere prestaties leveren bij gestructureerde dan bij ongestructureerde methoden wijst erop dat gestructureerde methoden ten opzichte van deze leerlingen een compenserende functie vervullen. Voor leerlingen met een goede ruimtelijk-technische intelligentie werken ongestructureerde methoden juist prestatieverhogend. Blijkbaar capitaliseren dergelijke instructiemaatregelen op sterke kanten van deze leerlingen. Opvallend is dat leerlingen met een goede ruimtelijk-technische intelligentie relatief slechte prestaties leveren bij of na hoog-gestructureerde instructiemaatregelen. Gezien de resultaten die

deze leerlingen kunnen bereiken, is hier duidelijk sprake van onderpresteren. In 4.3 en 4.4 is in dit verband de term 'interferentie' gebruikt. De vraag is nu hoe dergelijke interferentieverschijnselen en het ermee gepaard gaande prestatieverlies het best kunnen worden verklaard.

In aansluiting op elders gemaakte opmerkingen hierover (Van der Sanden et al., 1982, 1984, 1985) zal de verklaring primair worden gezocht in het sub-optimale verloop van de informatieverwerkingsprocessen die een rol spelen bij het uitvoeren van praktijkopdrachten. Indien deze processen een goed verloop hebben, leiden ze tot volledige en gedetailleerde representaties van de taak waarvoor de leerling zich gesteld weet en de condities waaronder de taak moet worden uitgevoerd. Dergelijke gedetailleerde representaties bieden grote voordelen. Zij stellen de leerling in staat om niet alleen op 'materieel', maar ook op 'mentaal' niveau met de taak om te gaan. De leerling kan zich voorstellingen vormen van het eindprodukt en (eventueel) van de verschillende tussenprodukten. Hij kan zich op grond van deze voorstellingen 'voor de geest halen' hoe hij de taak zou kunnen aanpakken. Cognitieve processen als beeldvorming, analyse en planning spelen hierbij een belangrijke rol. Leerlingen kunnen in meerdere of mindere mate in staat of geneigd zijn zelf deze processen te entameren en te bewaken of zelf handelingsplannen op te stellen (vergelijk Singer's 'self-initiated strategy'). Kortom: er zal in meerdere of mindere mate sprake zijn van **zelfsturing**. Ook taakomgevingen kunnen verschillen naar de hoeveelheid sturende elementen. Hoog-gestructureerde taakomgevingen bevatten veel sturende elementen, laag-gestructureerde taakomgevingen bevatten juist weinig sturende elementen. Er kan dus in meerdere of mindere mate sprake zijn van **externe sturing** (vergelijk Singer's 'externally imposed strategy'). Sturing wordt hierbij opgevat als het (intern of extern) reguleren van de cognitieve operaties die gepaard gaan met het uitvoeren van een praktijkopdracht. Er is sprake van een optimale leersituatie indien interne (zelf-) en externe sturing op elkaar zijn afgestemd. Het is dus van belang een indicatie te hebben van de sturingsmogelijkheden waarover leerlingen zelf beschikken. Het is dan mogelijk om de hoeveelheid en de aard van de externe sturing hieraan aan te passen.

In ruimtelijk-technisch opzicht intelligente leerlingen zijn in staat en geneigd bij het uitvoeren van praktijkopdrachten zelf de noodzakelijke sturing voor hun

rekening te nemen. Daarvan getuigen bijvoorbeeld hun prestaties onder de laag-gestructureerde condities: zij blijken dan redelijk efficiënt te werken (zie ook 11.3). Ook uit interviewgegevens (die bij Onderzoek 4 zijn verzameld) is gebleken dat deze leerlingen meer dan andere geneigd zijn handelingsplannen op te stellen. Wanneer ruimtelijk-technisch intelligente leerlingen onder hoog-gestructureerde condities moeten werken, is de kans groot dat er wrijving ontstaat tussen de externe sturing en de sturingsmechanismen waarover de leerlingen zelf beschikken. Het van buiten af opgelegde handelingsplan 'botst' als het ware met het plan dat de leerling zelf wil volgen. In Onderzoek 2 is gebleken dat een dergelijk 'conflict' kan leiden tot een toename van de oriënterende activiteiten. Gezien de aard van de instructies in de hoog-gestructureerde condities zullen deze oriënterende activiteiten vooral de analyse- en planningsfase betreffen. Analyse en planning vragen daardoor onevenredig veel (onnodige) aandacht. Wellicht kan, onder verwijzing naar Kuhl (1983), zelfs worden gesproken van een zekere 'planningsfixatie' met als gevolg: 'degeneratie' van het eigen handelingsplan van de leerling en verlies van 'handelingscontrole'.

Als gevolg van het uitvoeren van praktijkopdrachten doet de leerling telkens nieuwe ervaringen op. Deze ervaringen hebben voor een belangrijk deel betrekking op de wijze waarop de leerling met de taak is omgegaan en worden - deels in de vorm van procedurele kennis - toegevoegd aan de kennis en handelingsmogelijkheden waarover de leerling reeds beschikt. De resultaten van het uitgevoerde onderzoek maken aannemelijk dat, wanneer interne en externe sturing op elkaar zijn afgestemd, **integratie** tot stand kan komen tussen 'oude' en 'nieuwe' kennis, waarvan kan worden geprofiteerd bij het uitvoeren van volgende opdrachten (retentie en transfer). Wanneer interne en externe sturing echter niet op elkaar zijn afgestemd, leidt dit eerder tot **desintegratie** van oude en nieuwe kennis, hetgeen negatieve gevolgen heeft voor de uitvoering van volgende opdrachten. Hierbij mogen ook motivationele aspecten niet uit het oog worden verloren. Zo bleek bij nadere analyse van de resultaten van Onderzoek 5 dat vooral intelligente leerlingen die tevens weinig prestatiegemotiveerd waren op lange termijn slecht presteerden na externe sturing bij de leertaak.

11.6. Conclusies en implicaties

Tot slot van deze studie dient de balans te worden opgemaakt. Welke conclusies kunnen worden getrokken uit de resultaten van het gepresenteerde ATI-onderzoek?

In 3.3 is een onderscheid gemaakt tussen directe en indirecte instructiemaatregelen. Maatregelen van de eerste soort hebben als functie leer- of informatie-verwerkingsprocessen direct (zonder tussenkomst van andere variabelen) te beïnvloeden. Het is opvallend dat een dergelijke beïnvloeding in geïnstitutionaliseerde onderwijssystemen vaak plaatsvindt door het, soms in hoge mate, voorstructureren van onderwijsleersituaties. Het gaat hier om maatregelen, die in principe ook door de leerlingen zelf zouden kunnen worden getroffen en die tot doel hebben de leerstof, het leerproces of de uit te voeren opdracht te ordenen en te structureren.

Voorbeelden zijn: het onderverdelen van een stuk leerstof in kleine, overzichtelijke eenheden, het aangeven van hoofd- en bijzaken, het toevoegen van vragen aan studieteksten, het stellen van vragen over bestudeerde teksten, het plaatsen van leerstofelementen in een bepaalde (bijvoorbeeld logische) volgorde, het onderverdelen van een opdracht in deeltaken, het geven van een werkvolgorde. De verwachting is dat de geboden hulp een gunstig effect zal hebben op het leerproces. Op grond van op het cognitieve domein betrekking hebbende onderzoeksresultaten (waarvan in hoofdstuk 3 melding is gemaakt) stelt Tobias dat deze aanname alleen geldig is voor leerlingen met een geringe taakspecifieke voorkennis (prior achievement). Er moet rekening worden gehouden met interacties tussen de hoeveelheid geboden hulp (instructional support) en de beschikbare voorkennis of de mate van vertrouwdheid met de leerstof. Voor leerlingen met veel voorkennis of ervaring is hulp onnodig of zelfs schadelijk.

De in de onderhavige studie geconstateerde interacties vormen in drieërlei opzicht een aanvulling op de onderzoeksresultaten die de 'instructional support hypothese' bevestigen. In de eerste plaats is aangetoond dat de hypothese ook opgaat voor het psychomotorische domein, voor zover het gaat om het leren toepassen en integreren van eerder geleerde psychomotorische en intellectuele vaardigheden bij het uitvoeren van praktijkopdrachten. In de tweede plaats is vastgesteld dat niet alleen het beheersingsniveau van deze vaardigheden, maar ook het meer stabiele, algemene leerlingkenmerk 'ruimtelijk-technisch inzicht' tot interacties met de gebruikte

instructiecondities leidt. In de derde plaats kan worden opgemerkt dat de in Onderzoek 2 verrichte procesmetingen meer inzicht hebben gegeven in de aard van de optredende interacties.

Bij het beoordelen van de effecten van onderwijsmaatregelen is het blijkbaar van belang deze afzonderlijk na te gaan voor verschillende typen leerlingen. Een benadering die effectief is voor bepaalde leerlingen, hoeft dat effect niet te hebben voor andere leerlingen; wat goed is voor de één, kan nadelig zijn voor de ander!

De onderzoeksresultaten, waarop dergelijke uitspraken zijn gebaseerd, zijn van dien aard dat de kans dat deze door de werking van het toeval tot stand zijn gekomen klein moet worden geacht. De bedoelde interacties zijn waargenomen bij verschillende praktijkopdrachten en in verschillende lts-afdelingen. Zij deden zich zowel voor op kortere als op langere termijn en in verschillende onderzoekssituaties, waarvan sommige weinig afwijken van de normale klassikale gang van zaken op school. In verband met dit laatste lijkt het aannemelijk te veronderstellen dat de resultaten die het onderzoeksproject heeft opgeleverd ook generaliseerbaar zijn naar andere vormen van beroepsonderwijs.

Welke consequenties moeten nu worden verbonden aan de resultaten van het onderzoek dat in dit boek is gepresenteerd.

Duidelijk is geworden dat bij het ontwerpen van onderwijsarrangementen rekening moet worden gehouden met de voorstructurering van de uit te voeren praktijkopdrachten. In 3.3. is, uitgaande van het in figuur 2.2 opgenomen procesmodel, uiteengezet dat praktijkopdrachten kunnen worden voorgestructureerd door het variëren van vier aspecten in de instructie (één inhoudsaspect en drie vormaspecten te weten: modaliteit, hoeveelheid of gedetailleerdheid en vrijblijvendheid).

Een hoog niveau van voorstructurering heeft tot gevolg dat de wijze waarop een bepaalde opdracht wordt aangepakt vooral bepaald wordt door de docent. In zo'n situatie is er dus sprake van veel externe sturing. De keuze voor zo'n benadering kan gebaseerd zijn op de idee dat "....efficient instruction is necessarily direct instruction in skilled performance strategies" (Resnick, 1976, blz. 72). De praktijkdocent, zelf expert op het betrokken vakgebied, demonstreert zijn vakmanschap in de verwachting dat de leerlingen zijn handelwijze zullen imiteren of overnemen (zie ook Schouten en Van der Sanden, 1986). Een hoog niveau van voorstructurering met veel externe sturing leidt echter gemiddeld niet tot

betere resultaten dan een laag niveau van voorstructurering waarbij de leerling zelf de sturing voor zijn rekening moet nemen. In hoeverre een leerling daarin slaagt zal afhankelijk zijn van verschillende factoren, waaronder het ruimtelijk-technisch inzicht, de handvaardigheid en de veldonafhankelijkheid. Met betrekking tot deze variabelen doen zich binnen een bepaalde klas vaak aanzienlijke individuele verschillen voor. Leerlingen met hoge scores presteren in het algemeen beter wanneer ze praktijkopdrachten naar eigen inzicht kunnen uitvoeren. Leerlingen met lage scores leveren juist betere prestaties wanneer de wijze waarop de opdracht dient te worden uitgevoerd duidelijk is omschreven.

Wanneer men het gewenst acht bij het treffen van instructiemaatregelen rekening te houden met individuele verschillen in zelfsturingsvaardigheden, doet zich de vraag voor op welke wijze dat zou kunnen gebeuren. Is het bijvoorbeeld, onder verwijzing naar de in dit boek gepresenteerde onderzoeksresultaten, gewenst dat leerlingen van een bepaalde klas op grond van hun zelfsturingsmogelijkheden worden toegewezen aan óf hoog-, óf laag-gestructureerde onderwijsmethoden? Indien een dergelijke handelwijze wordt verkozen, wordt de differentiatiemaatregel in feite gebaseerd op de toepassing van een eenvoudige beslissingsregel betreffende de relatie tussen interne en externe sturing. Leerlingen met geringe zelfsturingsvaardigheden worden toegewezen aan hoog-gestructureerde omgevingscondities die zich kenmerken door externe sturing; leerlingen die over voldoende zelfsturingsvaardigheden beschikken worden toegewezen aan laag-gestructureerde omgevingscondities die een beroep doen op interne sturing.

Op deze wijze worden compenserende maatregelen voor 'zwakke' leerlingen gecombineerd met capitaliserende maatregelen voor 'sterke' leerlingen (differentiatie naar het **compensatie/capitalisatie model**). De invoering van dit type differentiatie kan de nodige praktisch-organisatorische problemen met zich meebrengen. Voor zover deze problemen echter betrekking hebben op het ontwikkelen en toepassen van verschillende typen instructies, lijken zij, althans ten aanzien van de praktijklessen in het lager technisch onderwijs, oplosbaar. Bij deze lessen wordt van de leerlingen verwacht dat zij in een bepaalde periode een aantal verschillende praktijkopdrachten uitvoeren. Mede als gevolg van tempo-verschillen tussen leerlingen wordt daarbij als regel individueel gewerkt. Bovendien worden vaak schriftelijk instructies toegepast. Het lijkt

daarom niet onmogelijk om per opdracht twee verschillend gestructureerde, schriftelijke instructies te ontwerpen en deze vervolgens selectief te gebruiken. Er zijn echter andere aspecten waarmee dient rekening te worden gehouden. Om er enkele te noemen:

- Hoe betrouwbaar is de zelfsturingsvaardigheid van een leerling vast te stellen? Als hiervoor psychologische tests worden gebruikt, hoe kunnen deze dan flexibel worden toegepast en geïnterpreteerd?
- Ten opzichte van welke grens-score dienen leerlingen te worden toegewezen aan laag- dan wel hoog-gestructureerde instructiemethoden?
- Behalve de zelfsturingsvaardigheid kunnen ook andere leerlingkenmerken een rol spelen. Zo kan bijvoorbeeld de faalangst aanleiding geven tot interacties (zie Onderzoek 2). Ook kunnen zich hogere-orde-interacties voordoen waarbij verschillende leerlingkenmerken zijn betrokken.
- Een ongewenst neveneffect van compenserende maatregelen zou kunnen zijn dat bepaalde leerlingtekorten blijven bestaan of zelfs nog verder worden vergroot.

In verband met dit laatste punt zou overwogen kunnen worden om in plaats van differentiatie volgens het compensatie/capitalisatie model te kiezen voor differentiatie volgens het **remediatie/capitalisatiemodel**. Leerlingen die beschikken over voldoende zelfsturingsvaardigheden kunnen daarbij naar eigen inzicht te werk gaan. Ten aanzien van de leerlingen met onvoldoende zelfsturingsvaardigheden worden specifieke remediërende maatregelen getroffen, met behulp waarvan wordt getracht hun zelfsturingsmogelijkheden te vergroten, zodat zij niet langer afhankelijk zijn van externe sturing. Hierbij kan worden gedacht aan specifiek op het uitvoeren van praktijkopdrachten toegesneden trainingsprogramma's, waarbij de nadruk wordt gelegd op het verwerven van flexibele handelingsmogelijkheden en strategieën. Met betrekking tot het psychomotorische domein is hier sprake van een braakliggend terrein (zie ook De Klerk en Van der Sanden, 1984). De laatste jaren is er wel veel aandacht voor het ontwikkelen en evalueren van trainingsprogramma's die gericht zijn op het verwerven van technieken en vaardigheden in het omgaan met (schriftelijke) leerstof (zie voor een overzicht: Mandl en Fischer, 1982).

Remediatie kan ook worden nagestreefd door middel van een heuristische benaderingswijze. Het voordeel daarvan is dat de leerlingen enig houvast wordt verschaft in de vorm van een op verschillende opdrachten toepasbaar

denkkader, zonder dat precies wordt ingevuld hoe de leerlingen dienen te handelen. Hierdoor worden zij aangespoord tot het zelf bedenken van werkbare strategieën. Het is niet uitgesloten dat het werken met heuristieken op den duur de zelfsturingsvaardigheden van de leerlingen zal vergroten.

De beide hierboven besproken typen differentiatie-maatregelen (compensatie/capitalisatie en remediatie/capitalisatie) kenmerken zich doordat twee verschillende instructiemethoden naast elkaar worden gehanteerd en doordat geen specifieke aandacht wordt besteed aan de leerlingen die beschikken over voldoende zelfsturingsvaardigheden. De gedachte bij dit laatste punt is dat deze leerlingen er 'van zelf' wel komen. Het is echter de vraag of dit proces door middel van instructie-maatregelen niet verder versneld of geoptimaliseerd zou kunnen worden.

Juist bij het leren toepassen en integreren van tot een zeker niveau verworven kennis en vaardigheden is het van belang te streven naar het ontwikkelen van 'learner self-control', waaronder kan worden verstaan "The capacity for independent regulation of his own mental processes and behavior" (Landa, 1976).

Uiteindelijk zullen leerlingen in staat moeten zijn om aanvaardbare prestaties te leveren, ook al zijn de omgevingscondities soms minder optimaal. Zwakke prestaties onder niet adequaat gestructureerde omgevingscondities (dus ook de minder goede prestaties van de in ruimtelijk-technisch opzicht intelligente leerlingen onder hoog-gestructureerde condities) wijzen op tekorten in het vermogen tot aanpassing aan wisselende omstandigheden. Zowel voor leerlingen met een goed als voor leerlingen met een zwak ruimtelijk-technisch inzicht kan het van belang zijn het vermogen tot zelfstandig leren verder te vergroten, zodat zij zichzelf in verschillende situaties kunnen redden.

Een interessante vraag hierbij is of met betrekking tot deze doelstelling ook voor de leerlingen met een goed ruimtelijk-technisch inzicht een heuristische aanpak uiteindelijk tot de gewenste resultaten zou kunnen leiden. In dit verband is het gewenst hier nog eens te wijzen op het effect van de in Onderzoek 5 gehanteerde heuristiek. Deze bleek, vergeleken met de laag-gestructureerde instructie, de prestaties van de leerlingen met lage intelligentie- en basisvaardigheids-scores in een positieve richting te beïnvloeden, zonder dat de prestaties van de intelligente leerlingen significant verminderten. Dit gegeven kan worden gezien als een indicatie

voor de mogelijkheid door middel van één en dezelfde (heuristische) methode in te spelen op individuele verschillen met betrekking tot zelfsturingsvaardigheden. In dit verband verdient het aanbeveling om leerlingen gedurende wat langere tijd met heuristieken te laten werken en te onderzoeken welke effecten optreden met betrekking tot de ontwikkeling van zelfsturingsmogelijkheden. Het mag niet uitgesloten worden geacht dat zowel leerlingen met een goed als leerlingen met een zwak ruimtelijk-technisch inzicht uiteindelijk zullen profiteren van een heuristische aanpak.

Van belang is dat bij het ontwikkelen van heuristieken aansluiting wordt gezocht bij informatieverwerkingsstadia of cognitieve operaties die zich voordoen bij het uitvoeren van de opdrachten. Doordat elke leerling met behulp van een heuristiek individueel zijn eigen 'werkvoorbereiding' maakt, kan de docent proefondervindelijk vaststellen hoeveel externe sturing op een bepaald moment noodzakelijk is. Bovendien kan worden nagegaan op welke cognitieve operaties deze externe sturing primair gericht dient te zijn. Op deze manier ontwerpt elke leerling uiteindelijk zijn eigen methode.

Resnick (1976) heeft hierover weliswaar in een andere context enkele behartenswaardige opmerkingen gemaakt. Zij stelt: "We are not faced so much with a choice between teaching by rules and teaching by discovery, as with a problem of finding teaching rules that will enhance the probability of discovery...." (blz. 76); zij bedoelt daarmee "....instruction in routines that put learners in a good position to discover or invent efficient strategies for themselves" (blz. 72). Met andere woorden: er zou gezocht moeten worden naar instructieprocedures die leerlingen in staat stellen zichzelf instructies te geven. Dergelijke instructieprocedures zullen, zeker op wat langere termijn, de zelfsturingsvaardigheden van leerlingen in positieve zin beïnvloeden en daardoor leerlingen minder afhankelijk maken van specifieke (eventueel minder optimale) omgevingscondities.

Uit het bovenstaande is hopelijk duidelijk geworden dat het niet eenvoudig is de resultaten van wetenschappelijk (ATI-) onderzoek rechtstreeks te vertalen naar de onderwijspraktijk. In concrete onderwijsleersituaties spelen altijd meer factoren een rol dan de in een bepaald onderzoek betrokken variabelen. In elke situatie moet daarom apart bekeken worden welke handelwijze te prefereren is. Gehoopt wordt dat dit boek het inzicht in de in onderwijsleersituaties werkzame factoren en hun

onderlinge relaties helpt vergroten. Tot slot wordt de wens uitgesproken dat de resultaten van het uitgevoerde onderzoek en de erop gebaseerde conclusies vooral ook bediscussieerd en gebruikt zullen worden bij de opleiding en de na- en bijscholing van leraren voor het technisch beroepsonderwijs.

Summary

This study focusses on a somewhat neglected research area, viz. the learning of complex psychomotor skills in technical schools. Regarding these skills in **chapter one** a distinction is made between learning elementary technical skills as sawing, drilling and filing, and learning to apply these skills in performing complex technical construction tasks as constructing pieces of metal work and making electrical wirings.

The latter type of task was used in a series of five studies which were aimed at the following central research question: In what way can instruction be adapted to student differences in performing complex psychomotor tasks?

In order to investigate expected interactions between student- and instructional variables in a systematic way all studies were designed according to the Aptitude-Treatment Interaction (ATI-) paradigm.

In **chapter two** technical construction tasks are further analyzed. Taxonomies and classification schemes of Gagné, De Block, Simpson, Cratty and Pijning are used to specify task-characteristics as well as the type of goals that are pursued by having students perform technical construction tasks. It is concluded that these tasks can be described as learning situations in which prior knowledge, intellectual skills and elementary psychomotor skills are to be applied and integrated in designing and executing relatively new, complex and goal-directed action-sequences. Students are confronted with practical construction problems for which they have to find a solution. It is not possible to arrive at a solution by resorting to an automatized sequence of actions. Evidently in this type of task cognition plays a major role. The specific cognitive processes that are involved are further examined by means of rational and empirical process-analyses. A process-model is proposed with as components: goal-image formation, analysis, planning, execution and evaluation.

In **chapter three** this model is used to derive potentially relevant student and instructional variables. Considering the emphasis on spatial and technical information processing it was judged necessary to obtain measures on spatial-visualization ability and spatial-mechanical ability. Besides cognitive style (particularity field (in)dependence), manual dexterity and prior familiarity were included as student characteristics. It

is argued that for successful task-performance students have to assemble elementary operations specified in the process-model into goal-directed sequences and combinations. Such an assembly is supposed to represent a task-specific strategy. In this regard a distinction is made between externally imposed strategies under high task-structure and self-initiated strategies under low task-structure. Task-structure is high when a) instructions bear upon all or most of the components specified in the processmodel, b) instructions are explicit, c) instructions are given frequently and d) students are obliged to follow the instructions. Task-structure is low when a) instructions bear upon none or only a few of the process-model components, b) instructions are rather abstract or vague, c) instructions are given infrequently and d) students are free to follow the instructions. In **chapter four** the ATI-paradigm and some empirical ATI-studies are discussed. It is argued that the ATI-paradigm should not be regarded as a model for individualized instruction but as a set of principles and procedures for doing research aiming at the clarification of the role of individual differences in instruction. A number of studies are reviewed in which the effects of highly versus lowly structured treatments were compared for students of different ability, cognitive style and/or prior achievement. In these studies cognitive learning tasks were employed. The following research hypothesis is formulated: In performing complex psychomotor tasks which require application of elementary intellectual and psychomotor skills highly structured treatments are expected to give the best results for low-ability students, whereas lowly structured treatments are expected to be beneficial for high-ability students.

Chapter five gives general information on the research methods and techniques employed in the five studies to be reported in chapters six to ten. As to the dependent variables a distinction is made between process- and productvariables: the former refer to the way students approach the tasks (measured by means of observations, interviews or questionnaires), the latter refer to the quality of the end-product. Information is given about the tests that have been used to measure the student characteristics and also about the data-analysis procedures that were employed (mainly multiple regression analysis).

In **chapter six** Study 1 is reported. In this exploratory study students were required to make an electrical cord. Results were obtained immediately after instruction and

also some weeks later (retention). Half of the students got written instructions and were allowed to work in a self-paced way. The other students were externally paced by teacher demonstrations. Immediately after instruction a slight main effect, favouring the demonstration method, was found. There were no interactions between student characteristics and instructional methods. At the retention task the main effect disappeared and an ATI was found. Students with relatively high scores on manual dexterity (as compared to verbal intelligence) obtained best results after the written treatment; students with relatively low scores on manual dexterity performed best after demonstrations.

A second study - reported in **chapter seven** - was designed to find out which treatment characteristics could account for this interaction. Therefore, the modality of information (concrete-schematic) was varied independently from the degree of instructional structure (i.e. high versus low). In addition process-registrations were made. With regard to the productscores there were no instructional main effects. Several interactions were found. Students scoring low on technical ability, fieldindependence and manual dexterity performed best with highly structured instructions. High-ability students, however, performed worst under these conditions. Under the high structure condition low ability students' intensity of cognitive processing was lowest; for high-ability students, however, it was highest under the high structure condition. Furthermore a significant interaction occurred between anxiety and the degree of instructional structure.

In Study 3 (**chapter eight**) a moderate structure condition was added to conditions of high and low structure. All subjects performed several complex psychomotor tasks, first according to a counterbalanced, then according to a between-subjects design. In the first part of this study there were no interactions. In the second part several interactions were found between instructional structure and manual dexterity, technical ability and anxiety: students with high scores on these characteristics performing better under moderate than under high structure conditions.

Study 4 was designed to investigate long-term retention- and transfer-effects. This study is reported in **chapter nine**. Performing a learning task (a piece of metal work) students were assigned to instructional conditions of high, moderate or low structure. Three weeks later all students performed the task once more, without any help or specific instructions, allowing retention-effects to

be examined. Again three weeks later all students made a transfer-task, consisting of a different piece of metal work with some additional problems. Aptitude scores obtained on several tests were factor-analysed. Students' scores on the first 'spatial-technical' factor were used as a predictor in regression analyses. Significant interactions occurred at the retention and transfer tasks: students with high factorscores performed best having learned under conditions of low or moderate structure. Students with low factor-scores performed best after high structure.

In **chapter ten** Study 5 is reported. In this study three new elements were introduced: a) to assess levels of prior achievement (PA) students made a simple piece of metal work according to a design; b) a heuristic condition was introduced, consisting of a set of directives mainly concerning goal-image formation, analysis, and planning. These directives were supposed to stimulate students to find their own way of coping with the tasks; c) to investigate external validity of the ATI's found in previous studies, not only electrotechnics but also metal work students participated in this study.

All students constructed a complex piece of metal work under conditions of either high or low structure, or under the heuristic condition. Four weeks later they made the piece once more, without help or specific instructions. As a dependent variable the difference score of the first piece of metal work and the second was calculated. A composite spatial-technical intelligence (STI-) score was computed by averaging obtained scores on technical and spatial ability, fieldindependence and manual dexterity. For low PA and low STI metal work students the high structure condition led to better results (i.e. higher positive difference scores) than the low structure condition. For high PA and high STI students the opposite was true: they performed best under low structure. The heuristic condition was as effective for high's as for low's, though for low-ability students the high structure condition was slightly more effective.

This book ends with **chapter eleven** in which the results of the five studies are summarized and discussed. It is argued that learning and information processing are regulated by the interplay of internal and external control mechanisms.

External regulation may serve a compensatory function for low-ability students, but may interfere with high-ability students' self-regulation capacities. Three different ways to handle these individual differences

are discussed, viz. a) adapting degree of task-structure to students' capacities, b) enhancing low-ability students' self-regulating capacities, c) giving process-based heuristic instructions to both high- and low-ability students.

Literatuur

- Abramson, Th., & Kagen, E. (1975). Familiarization of content and different response modes in programmed instruction. Journal of Educational Psychology, 67, 83-88.
- Bakker, F.C. (1981). Persoonlijkheid en motorisch leren bij kinderen. Onderzoek naar de relatie van angst en structureringstendentie met het leren mini-trampoline springen. Amsterdam: Academische Pers.
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. Psychological Review, 84, 191-215.
- Block, A. de (1975). Taxonomie van leerdoelen. Antwerpen: Standaard Wetenschappelijke Uitgeverij.
- Bowerman, W.R. (1978). Subjective competence: The structure, process and function of self-referent causal attributions. Journal for the Theory of Social Behaviour, 8, 45-75.
- Campbell, D.T., & Stanley, J.C. (1966). Experimental and quasi-experimental designs for research. Chicago: Rand McNally College Publishing Company.
- Chi, M.T., Feltovich, P.J., & Glaser, R. (1981). Categorization and representation of physics problems by experts and novices. Cognitive Science, 121-152.
- Chi, M.T., Glaser, R., & Rees, E. (1982). Expertise in problem-solving. In R.J. Sternberg (Ed.), Advances in the psychology of human intelligence (pp. 7-77). Hillsdale: Lawrence Erlbaum.
- Corstiaans, H.W.F., & Schols, C.F. (1984). Leerling-strategieën bij het uitvoeren van praktijkopdrachten in het lager technisch onderwijs. Een analyse via hardop-denken protocollen. Tilburg: Katholieke Hogeschool.
- Cratty, B. (1973). Movement behavior and motor learning. Philadelphia: Lea & Febiger.

Crombag, H.F.M. (1979). ATI: perhaps not such a good idea after all. Tijdschrift voor Onderwijsresearch, 4, 176-183.

Cronbach, L.J. (1967). How can instruction be adapted to individual differences? In R.M. Gagné (Ed.), Learning and individual differences (pp. 23-39). Columbus, Ohio: Merrill Publishing Co.

Cronbach, L.J., & Snow, R.E. (1969). Individual differences in learning ability as a function of instructional variables. Palo Alto, California: Stanford University, School of Education.

Cronbach, L.J., & Snow, R.E. (1977). Aptitudes and instructional methods: A handbook for research on interactions. New York: Irvington Publishers.

Dixon, W.J. (Ed.), (1981). BMDP Statistical Software. Berkeley: University of California Press.

Eck-Schouten, A. van (1982). Projekt "Het leren van psychomotorische vaardigheden in het lager technisch onderwijs". Deelprojekt B: Leerlingstrategieën bij het uitvoeren van praktijkopdrachten. Verslag van het eerste hoofdonderzoek. Eindhoven: Technische Hogeschool Eindhoven.

Eck-Schouten, A. van (1983). Projekt "Het leren van psychomotorische vaardigheden in het lager technisch onderwijs". Deelprojekt B: Leerlingstrategieën bij het uitvoeren van praktijkopdrachten. Verslag van het tweede hoofdonderzoek. Eindhoven: Technische Hogeschool Eindhoven.

Eck-Schouten, A. van, Sanden, J.M.M. van der, Groen, M. & Klerk, L.F.W. de (1982). Leerlingstrategieën bij het uitvoeren van een praktijkopdracht in het LT0. In C. van Dorp & A. Pilot (Red.) Aspecten van onderwijsresearch (pp. 27-40). Lisse: Swets & Zeitlinger.

Egan, D.E., & Greeno, J.G. (1973). Acquiring cognitive structure by discovery and rule learning. Journal of Educational Psychology, 64, 85-97.

- Elshout, J.J. (1983). Een beginner is méér dan iemand die het nog niet kan. In P.J.D. Drenth, W. Koops, J.F. Orlebeke & R.J. Takens (Red.), Psychologie in Nederland. Enkele ontwikkelingen in 1982 (pp. 177-184). Lisse: Swets & Zeitlinger.
- Federico, P.A., & Landis, D.B. (1984). Cognitive styles, abilities and aptitudes: Are they dependent or independent? Contemporary Educational Psychology, 9, 146-161.
- Fischer, P.M., & Mandl, H. (1982). Metacognitive regulation of text processing: aspects and problems concerning the relation between self-statements and actual performance. In A. Flammer & W. Kintsch (Eds.), Discourse processing (pp. 339-351). Amsterdam: North-Holland Publishing Company.
- Fitts, P.M., & Posner, M.I. (1969). Human performance. Belmont: Brooks/Cole Publishing Company.
- Fleishman, E.A. (1964). The structure and measurement of physical fitness. New Jersey: Prentice Hall.
- Fleishman, E.A. (1972a). Structure and measurement of psychomotor abilities. In R.N. Singer (Ed.), The psychomotor domain: Movement behavior (pp. 78-106). Philadelphia: Lea & Febiger.
- Fleishman E.A. (1972b). On the relation between abilities, learning and human performance. American Psychologist, 27, 1017-1032.
- Fleishman, E.A. (1975). Toward a taxonomy of human performance. American Psychologist, 1127-1149.
- Fokkema, S.D., & Dirkzwager, A. (1968). Handleiding voor de Differentiële Aanleg Test. Amsterdam: Swets & Zeitlinger.
- Frederiksen, N. (1984). Implications of cognitive theory for instruction in problem solving. Review of Educational Research, 54, 363-407.
- Frijda, N.H., & Elshout, J.J. (1976). Probleemoplossen en denken. In J.A. Michon, E.G.J. Eijkman & L.F.W. de Klerk (Red.), Handboek der psychonomie (pp. 413-446). Deventer: Van Loghum Slaterus.

- Gagné, R.M. (1977). The conditions of learning. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Gagné, R.M., & Briggs, L.J. (1979). Principles of instructional design. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Galen, G.P. van (1985). Handschrift en schrijfhand: De psychomotoriek van het schrijven. In A.J.W.M. Thomassen, G.P. van Galen & L.F.W. de Klerk (Red.), Studies over de schrijfmotoriek. Theorie en toepassing in het onderwijs (pp. 33-47). Lisse: Swets & Zeitlinger.
- Gentile, A.M. (1972). A working model of skill acquisition with application to teaching. Quest, 17, 3-23.
- Guilford, J.P. (1958). A system of the psychomotor abilities. American Journal of Psychology, 71, 161-174.
- Haanstra, F., & Jong, R. de (1984). Denken en doen binnen het vakgebied algemene technieken. In L.F.W. de Klerk & A.M.P. Knoers (Red.), Onderwijspsychologisch onderzoek (pp. 66-76). Lisse: Swets & Zeitlinger.
- Hermans, H.J.M. (1969). Faalangst en begeleidingsprocedures in het onderwijs. Nederlands Tijdschrift voor de Psychologie, 350-373.
- Hermans, H.J.M. (1971). Prestatiemotief en faalangst in gezin en onderwijs. Amsterdam: Swets & Zeitlinger.
- Hische, J.G. (1971). Voorspelbaarheid van opleidingsresultaten aan de centra voor vakopleiding van volwassenen. Amsterdam: Academic Service.
- Holding, D.H. (Ed.), (1981). Human skills. Chichester: John Wiley & Sons.
- Jong, R. de, Haanstra, F., & Wal, U.J. van der (1983). Denken en doen binnen het vak algemene technieken. Een onderzoek naar de effectiviteit van een curriculum voor Probleemoplossend Handelen. Haren: RION.

- Jong, T. de, & Ferguson-Hessler, M.G.M. (1985a). De cognitieve structuur van wel en niet succesvolle beginnende probleemoplossers in de natuurkunde. In P.R.J. Simons & J.G.L.C. Lodewijks (red.), Zelfstandig leren (pp. 183-193). Lisse: Swets & Zeitlinger.
- Jong, T. de, & Ferguson-Hessler, M.G.M. (1985b). Kennis van natuurkundige probleemsituaties bij eerstejaars studenten. Paper gepresenteerd tijdens de Onderwijs-research dagen.
- Kagan, J., Rosman, B.L., Day, D., Albert, J., & Phillips W. (1964). Information processing in the child. Significance of analytic and reflective attitudes. Psychological Monographs, 78, no. 578.
- Keele, S.W. (1982). Component analysis and conceptions of skill. In J.A.Scott Kelso (Ed.), Human motor-behavior: an introduction (pp. 143-159). Hillsdale (N.J.): Lawrence Erlbaum ass.
- Keller, F.S. (1968). Good-bye teacher.... Journal of Applied Behavior Analysis, 1, 79-89.
- Kerlinger, F.N., & Pedhazur, E. (1973). Multiple regression in behavioral research. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Klerk, L.F.W. de (1979). ATI, perhaps a good idea after all. Tijdschrift voor Onderwijsresearch, 4, 191-194.
- Klerk, L.F.W. de (1980). Het leren van psychomotorische vaardigheden. Een onderwijspsychologische benaderingswijze. Deventer: Van Loghum Slaterus.
- Klerk, L.F.W. de (1984). Het leren van praktische vaardigheden. In L.F.W. de Klerk & A.M.P. Knoers (Red.), Onderwijspsychologisch onderzoek (pp. 44-53). Lisse: Swets & Zeitlinger.
- Klerk, L.F.W. de (1985). ATI-onderzoek en differentiatie: een reactie. Pedagogische Studiën, 62, 372-375.

- Klerk, L.F.W. de, & Sanden, J.M.M. van der (1984). Zelfstandig leren uitvoeren van praktijkopdrachten in het lager technisch onderwijs. SVO-subsidie-aanvraag. Tilburg: Katholieke Hogeschool.
- Konoske, P.J., & Ellis, J.A. (1985). Cognitive factors in learning and retention. Paper presented at the AERA Annual Meeting, Chicago.
- Koran, M.L., Snow, R.E., & McDonald, F.J. (1971). Teacher aptitude and observational learning of a teaching skill. Journal of Educational Psychology, 62, 219-228.
- Kuhl, J. (1983). Motivation, Konflikt und Handlungskontrolle. Berlin: Springer Verlag.
- Landa, L. (1976). Instructional regulation and control: Cybernetics, algorithmization and heuristics in education. Englewood Cliffs, New Jersey: Educational Technology Publications.
- Lebbink, G. (1980). Computerprogramma 'SYSOBS'. Eindhoven: Technische Hogeschool.
- Lienert, G.A. (1961). Die Drahtbiege-probe als standardisierter Test. Göttingen.
- Lodewijks, J.G.L.C. (1981). Leerstofsequenties. Van conceptueel netwerk naar cognitieve structuur. Tilburg: Dissertatie Katholieke Hogeschool.
- Lodewijks, J.G.L.C., & Simons, P.R.J. (1979). Een heuristische strategie ten behoeve van aptitude-treatment-interactie onderzoek: Correspondentie-analyse. In W.J. Nijhof & J. van Hout (Red.), Differentiatie in het onderwijs. 's-Gravenhage: Staatsuitgeverij.
- Lohman, D.F., & Kyllonen, P.C. (1983). Individual differences in solution strategy on spatial tasks. In R.F. Dillon & R.R. Schmeck (Eds.), Individual differences in cognition. Volume I (pp. 105-135). New York: Academic Press.

- Lohman, D.F., & Nichols, P.D. (1985). Spatial ability: The effects of encoding processes and representational quality on mental synthesis. Paper presented at the AERA Annual Meeting, Chicago.
- Mager, R.F., & Beach, K.M. (1967). Developing vocational instruction. San Francisco: Fearon.
- Mandl, H., & Fischer, P.M. (1982). Wissenschaftliche Ansätze zum Aufbau und zur Förderung selbstgesteuerten Lernens. Unterrichtswissenschaft, 111-128.
- Marteniuk, R.G. (1976). Information processing in motor skills. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Mayer, R.E. (1977). The sequencing of instruction and the concept of assimilation-to-schema. Instructional Science, 6, 369-388.
- Mayer, R.E. (1975). Different problem-solving competencies established in learning computer programming with and without meaningful models. Journal of Educational Psychology, 67, 725-734.
- Mayer, R.E., Stiehl, C.C., & Greeno, J.G. (1975). Acquisition of understanding and skill in relation to subjects' preparation and meaningfulness of instruction. Journal of Educational Psychology, 67, 331-350.
- Merrill, M.D. (1972). Psychomotor taxonomies, classifications, and instructional theory. In R.N. Singer (Ed.), The psychomotor domain: Movement behavior (pp. 385-414). Philadelphia: Lea & Febiger.
- Messer, S.B. (1976). Reflection-Impulsivity: A review. Psychological Bulletin, 83, 1026-1052.
- Messick, S. (1984). The nature of cognitive styles: Problems and promise in educational practice. Educational Psychologist, 19, 59-74.
- Miller, G.A., Galanter, E., & Pribram, K.H. (1960). Plans and the structure of behavior. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Minnesota Spatial Relations Test (1979). Manual. Minnesota: American Guidance Service.

- Modelafdelingswerkplan voor de LTS, afdeling elektro-techniek (1980). Uitgave van het Samenwerkingsverband LTS-Elektrotechniek (CITO, LPC en SLO).
- Newell, K.M. (1978). Some issues on action plans. In G.E. Stelmach (Ed.), Information processing in motor-control and learning (pp. 41-54). New York: Academic Press.
- Newell, K.M., & Barclay, C.R. (1982). Developing knowledge about action. In J.A. Scott Kelso & J.E. Clark (Eds.), The development of movement control and coordination (pp. 175-212). Chichester: John Wiley & Sons.
- Newell, A., & Simon H.A. (1972). Human problem solving. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.
- Nie, H.N., Hull, C.H., Jenkins, J.G., Steinbrenner, K., & Bent, D.H. (1975). Statistical Package for the Social Sciences (SPSS). New York: McGraw-Hill.
- Parreren, C.F. van & Loon-Vervoorn, W.A. van (Red.) (1975). Denken. Teksten en analyses Sovjet-psychologie I. Groningen: Tjeenk Willink.
- Parreren, C.F., van & Pijning, H.F. (Red.) (1981). Psychomotoriek. Groningen: Wolters-Noordhoff.
- Pascarella, E.T. (1978). Interactive effects of prior mathematics preparation and level of instructional support in college calculus. American Educational Research Journal, 15, 275-285.
- Plomp, T. (1977). Enkele methodologische en statistische aspecten van ATI-onderzoek. VOR-publikatie 5, 12-40.
- Posner, M.I., & McLeod, P. (1982). Information processing models- in search of elementary operations. Annual Review of Psychology, 33, 477-514.
- Poulton, E.C. (1957). On prediction in skilled movements. Psychological Bulletin, 54, 467-478.
- Pijning, H.F. (1978). Motoriek en leren. Groningen: Wolters-Noordhoff.

- Pijning, H.F. (1982). Beweging en Psychologie. Een handelingspsychologische interpretatie van het bewegen. Groningen: Wolters-Noordhoff.
- Pijning, H.F., & Span, P. (1971). De instructie bij het leren van bewegingen. Pedagogische Studiën, 415-428.
- Resnick, L.B. (1976). Task analysis in instructional design. Some cases from mathematics. In D. Klahr (Ed.), Cognition and instruction (pp. 51-80). Hillsdale: Erlbaum.
- Rookhuijzen, R. van, Plomp, T.J., & Pilot, A. (1976). Individuele studie systemen in het tertiair onderwijs. Een overzicht. Groningen: Wolters-Noordhoff.
- Salomon, G. (1971). Heuristic models for the generation of aptitude-treatment interaction hypotheses. Review of Educational Research, 42, 327-343.
- Salomon, G. (1974). Internalization of filmic schematic operations in interaction with learners' aptitudes. Journal of Educational Psychology, 66, 499-511.
- Salomon, G. (1979). Media and symbol systems as related to cognition and learning. Journal of Educational Psychology, 71, 131-148.
- Sanden, J.M.M. van der (1980-1985). Diverse onderzoeksrapporten betreffende het project 'Het leren van psychomotorische vaardigheden in het lager technisch onderwijs'. Tilburg: Katholieke Hogeschool.
- Sanden, J.M.M. van der, & Eck-Schouten, A. van (1984). Individuele verschillen bij het maken van praktijkopdrachten in het LTO. In L.F.W. de Klerk & A.M.P. Knoers (Red.), Onderwijspsychologisch onderzoek (pp. 77-89). Lisse: Swets & Zeitlinger.
- Sanden, J.M.M. van der, & Eck-Schouten, A. van (1985). Learner strategies and aptitude treatment interactions on psychomotor tasks in technical schools. Paper presented at the AERA-meeting, Chicago.

- Schouten, A., & Sanden, J.M.M. van der (1986). Technical skills acquisition, aptitude treatment interactions, heuristics and teacher behavior. Paper presented at the AERA-meeting, San Francisco.
- Schmidt, R.A. (1982). Motor control and learning. A behavioral emphasis. Illinois: Human Kinetic Publishers.
- Schouten, A., Deijkers, M., & Oirschot, P. van (1986). Onderwijsmaatregelen van praktijkdocenten in het lager technisch onderwijs. In S. Dijkstra & P. Span (Red.), Leerprocessen en instructie (pp. 15-27). Lisse: Swets & Zeitlinger.
- Shaver, J.P. (1983). The verification of independent variables in teaching methods research. Educational Researcher, 12, 3-9.
- Simons, P.R.J., Klerk, L.F.W. de, & Lodewijks, J.G.L.C. (1981). Aptitude-treatment interacties tussen veld(on)afhankelijkheid en onderwijskenmerken. Nederlands Tijdschrift voor de Psychologie. 36, 317-326.
- Simpson, E.J. (1966). The classification of educational objectives: psychomotor domain. Urbane: University of Illinois Press.
- Singer, R.N. (1978). Motor skills and learning strategies. In H.F. O'Neil (Ed.), Learning strategies I. (pp.79-106). New York: Academic Press.
- Singer, R.N. (1980a). Motor behavior and the role of cognitive processes and learner strategies. In G.E. Stellmach & J. Requin (Eds.), Tutorials in motor behavior (pp. 591-603). Oxford: North-Holland Publishing Company.
- Singer, R.N. (1980b). Motor learning and human performance. An application to motor skills and movement behaviors. New York: McMillan Publishing Co.
- Snow, R.E. (1977). Research on aptitude for learning: a progress report. In L.S. Shulman (Ed.), Review on research in education IV. Itasca: Peacock.

- Snow, R.E. (1978). Theory and method for research on aptitude processes. Intelligence, 2, 225-278.
- Snow, R.E. (1980). Aptitude processes. In R.E. Snow, P.A. Federico & W.E. Montague (Eds.), Aptitude, learning and instruction, volume I (pp. 27-63). Hillsdale: New Jersey: Lawrence Erlbaum Ass.
- Snow, R.E., & Lohman, D.F. (1984). Toward a theory of cognitive aptitude for learning from instruction. Journal of Educational Psychology, 347-376.
- Span, P. (1977). Interne differentiatie in het onderwijs gebaseerd op ATI: Uitgangspunten en realiseringsskansen. VOR publicatie 5, 3-11.
- Spit, P.G.F. (1983). Het aanleren van basishandvaardigheden in het lager technisch onderwijs. Verslag van een Vooronderzoek. Oosterhout/Tilburg: KTS/KHT.
- Thijssen, J.G.L., & Span, P. (1985a). Differentiatie-effecten in de schoolpraktijk: Een ATI-onderzoek in verlengde brugklassen. Pedagogische Studiën, 62, 358-371.
- Thijssen, J.G.L., & Span, P. (1985b). De waarde van praktijkgericht onderzoek. Pedagogische Studiën, 62, 388-391.
- Thomassen, A.J.W.M., Galen, G.P. van, & Klerk, L.F.W. de (Red.) (1985), Studies over de schrijfmotoriek . Theorie en toepassing in het onderwijs. Lisse: Swets & Zeitlinger.
- Tobias, S. (1969). The effect of creativity, response mode, and subject matter familiarity on achievement from programmed instruction. Journal of Educational Psychology, 60, 453-460.
- Tobias, S. (1973). Sequence, familiarity, and attribute by treatment interactions in programmed instruction. Journal of Educational Psychology, 64, 133-141.
- Tobias, S. (1976). Achievement-treatment interactions. Review of Educational Research, 46, 61-74.

- Tobias, S. (1982). When do instructional methods make a difference. Educational Researcher, 11, 4-9.
- Tobias, S., & Ingber, T. (1976). Achievement-treatment interactions in programmed instruction. Journal of Educational Psychology, 68, 43-47.
- Wickelgren, W.A. (1974). How to solve problems: Elements of a theory of problems and problem solving. San Francisco: Freeman.
- Willems, P.J. (1981). Inleiding in de psychologie van menselijke verrichtingen. Deventer: Van Loghum Slaterus.
- Witkin, H.A., Oltman, P.K., Raskin, E., & Karp, S.A. (1971). Manual for the Embedded Figures Tests. Palo Alto: Consulting Psychologist Press.
- Zeeuw, J. de (1976). Algemene psychodiagnostiek I. Testmethoden. Lisse: Swets & Zeitlinger.

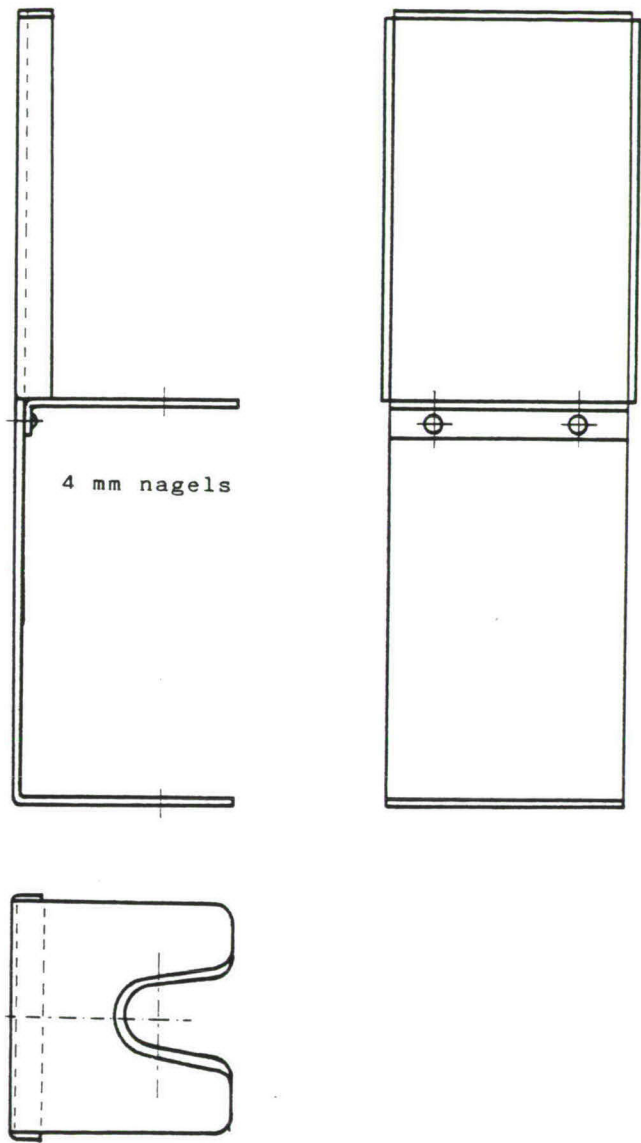
Bijlage 1

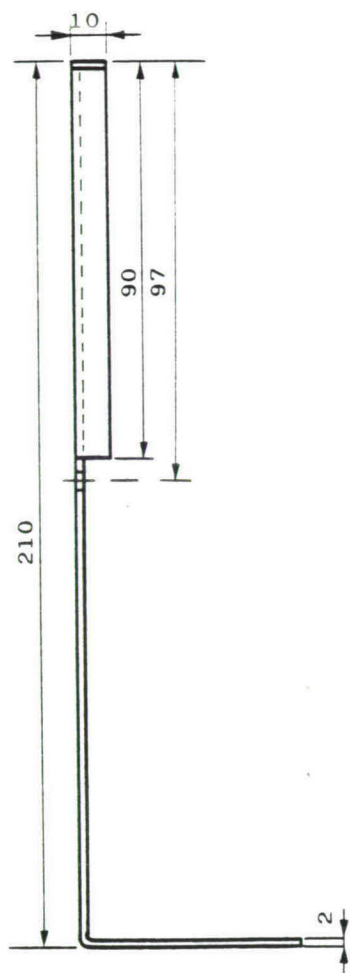
Betekenis van enkele gebruikte afkortingen en termen

ANALOGIEEN	:	(score op) de subtest 'Analogieën' uit de Differentiële Aanleg Tests
BASIS	:	basisvaardigheids-score uit Onderzoek 5
DAT	:	Differentiële Aanleg Tests
DBT	:	(score op) de DraadBuigTest
DIFT	:	totaalscore op de 'Difficulty' vragenlijst uit Onderzoek 2 en Onderzoek 3
FAMT	:	totaalscore op de 'Familiarity' vragenlijst uit Onderzoek 2 en Onderzoek 3
FNEG	:	(score op) de negatieve faalangst schaal van de Prestatie Motivatie Test voor kinderen
FPOS	:	(score op) de positieve faalangst schaal van de Prestatiemotivatie Test voor kinderen
GEFT	:	(score op) de Group Embedded Figures Test
GOED	:	(score op) de vragenlijst 'GOED' uit Onderzoek 4
MFFT	:	Matching Familiar Figures Test
MFFOUT	:	Foutenscore op de MFFT
MFTIJD	:	Tijdscore op de MFFT
MOEILIJK	:	(score op) de vragenlijst 'MOEILIJK' uit Onderzoek 4
MSRT	:	Minnesota Spatial Relations Test
MSRFOUT	:	Foutenscore op de MSRT
MSRTIJD	:	Tijdscore op de MSRT
P	:	(score op) de prestatiemotivatie schaal van de Prestatie Motivatie Test voor kinderen
PMT-k	:	Prestatie Motivatie Test voor kinderen
PURM	:	(score op) het montage-onderdeel van het Purdue Pegboard
RAPCIJF	:	rapportcijfer voor de praktijkvakken in Onderzoek 4
RUIM	:	(score op) de subtest 'Ruimtelijk inzicht' uit de Differentiële Aanleg Tests
SLAG	:	(score op) de Slagboomtest
SW	:	(score op) de sociale wenselijkheidsschaal van de Prestatie Motivatie Test voor kinderen
TECH	:	(score op) de Subtest 'Technisch Inzicht' uit de Differentiële Aanleg Tests
VAAK	:	(score op) de vragenlijst 'VAAK' uit Onderzoek 4

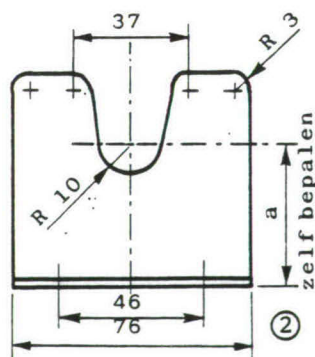
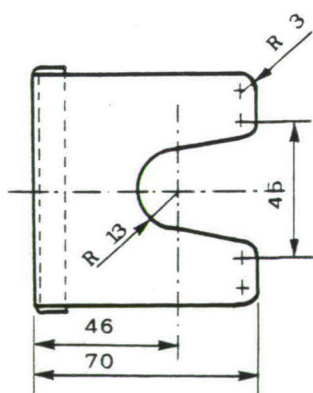
WOORDBEELD: (score op) de subtest 'Woordbeeld' uit de
: Differentiële Aanleg Tests
ZINNEN : (score op) de subtest 'Zinnen' uit de
Differentiële Aanleg Tests

Bijlage 2. Werktekeningen soldeerbouthouder

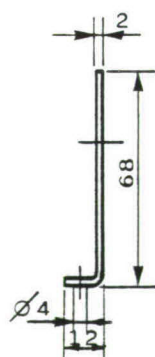




①



②



Bijlage 3. De heuristiek uit Onderzoek 5

Instructie

Zo dadelijk krijg je een werktekening en een plaatje aluminium.

Om van het plaatje een schroevendraaierhouder te maken moet je **verschillende bewerkingen** uitvoeren.

Bijvoorbeeld:

- verschillende gaten **boren**
- de **tekening** bestuderen
- **vijlen**
- verschillende maten op het plaatje **aftekenen**
- **controleren** of je een bepaalde handeling goed hebt uitgevoerd
- enzovoorts.

Deze handelingen moet je in een bepaalde **volgorde** afwerken. Misschien komt er een moment waarop je niet weet hoe je verder moet en heb je **hulp** van je leraar nodig.

Stel je eens voor dat we alle leerlingen uit jouw klas de volgende vragen zouden stellen:

- a. welke **bewerkingen** moeten er volgens jou worden uitgevoerd?
- b. welke **werkvolgorde** zou je daarbij kiezen?
- c. waarbij heb je **hulp** van je leraar nodig?

Waarschijnlijk krijg je dan bij alle drie de vragen heel verschillende antwoorden. Daaruit blijkt dat er verschillende manieren zijn om de opdracht aan te pakken.

En: de ene manier hoeft niet slechter te zijn dan de andere.

Met behulp van de aanwijzingen op de volgende bladzijden mag je zelf bepalen hoe je de opdracht aanpakt. Lees de aanwijzingen heel goed.

Wij willen graag weten hoe lang je met je werkstuk bezig bent. Vergeet niet de tijd in te vullen wanneer daarom wordt gevraagd. Het is mogelijk dat je je werkstuk vandaag niet af krijgt. Wil je dan noteren hoe laat je stopt en hoe laat je de volgende keer weer verder gaat.

Noteer eerst hieronder hoe laat het nu is.

Tijd:.....

Stap 1. Bekijk de tekening heel goed.
Om de tekening te snappen, wil je misschien
aantekeningen maken.
Dat kun je hieronder doen.

Ga nu verder bij stap 2.

Stap 2. Hieronder staan twee vragen. Geef op elke vraag
een eerlijk antwoord.
Lees daarna goed hoe je verder moet.

Vraag 1. Snap je de tekening? (zet een x bij één
antwoord)

- ☐ ja
- ☐ ik denk het wel
- ☐ nee

Vraag 2. Denk je dat je het werkstuk zou kunnen
aftekenen? (zet een x bij één antwoord)

- ☐ ja
- ☐ ik denk het wel
- ☐ neen

Als je vraag 1 **én** vraag 2 met '**ja**' hebt beantwoord mag
je verder gaan bij **stap 5**.

Als je vraag 1 met '**ja**' **én** vraag 2 met '**ik denk het wel**'
hebt beantwoord mag je verder gaan bij **stap 5**.

Als je vraag 1 met '**ik denk het wel**' **én** vraag 2 met '**ja**'
hebt beantwoord mag je verder gaan bij **stap 5**.

Als je vraag 1 **én** vraag 2 met '**ik denk het wel**' hebt
beantwoord mag je verder gaan bij **stap 4**.

Als je vraag 1 **óf** vraag 2 met '**nee**' hebt beantwoord mag
je verder gaan bij **stap 3**.

Stap 3. Schrijf hieronder **kort** op welke problemen je hebt met de tekening.

Probleem 1:

Probleem 2:

Probleem 3:

Probleem 4:

Probleem 5:

We gaan nu eerst deze problemen één voor één oplossen. Dat kan op drie manieren.

- a. Probeer je te herinneren of je zo'n soort probleem al eens eerder hebt meegemaakt. Hoe heb je dat toen opgelost?
- b. Probeer wat je in de theorielessen hebt geleerd te gebruiken om het probleem op te lossen.
- c. Vraag hulp aan je leraar.

Als je voor het oplossen van de problemen aantekeningen wilt maken, kan dat hieronder.

Geef hieronder aan op welke manier (a, b of c) je de problemen hebt opgelost.

manier a manier b manier c

probleem 1

probleem 2

probleem 3

probleem 4

probleem 5

Ga nu verder bij stap 4

Stap 4. Maak hieronder een globale schets van de uitslag van het werkstuk.

Je hoeft hierbij geen lineaal te gebruiken.

De schets hoeft niet op ware grootte te zijn.

Ga nu verder bij stap 5

Stap 5. Voor je met het werkstuk gaat beginnen, moet je in de tabel hieronder noteren:

- alle deelbewerkingen die je volgens jou moet uitvoeren om het werkstuk te kunnen maken.
- welk gereedschap of welke bewerkingsmachine je bij elke deelbewerking nodig hebt.
- eventueel: waar je bij een bepaalde deelbewerking speciaal op moet letten.

Let erop dat je **alle** deelbewerkingen opschrijft. Dus: denk goed na !!!

N.B. Als je hulp van je leraar nodig hebt kun je die natuurlijk vragen.

	Wat moet ik doen (deelbewerking)	Welke gereedschap- pen heb ik nodig	Waar moet ik op letten?
a.			
b.			
c.			
d.			
e.			
f.			
g.			
h.			
i.			
j.			
k.			
l.			
m.			
n.			
o.			
p.			

Ga nu verder bij stap 6

Stap 6. Bepaal de volgorde waarin je de deelbewerkingen uit de tabel wilt afwerken.
Zet cijfer 1 voor de deelbewerking waarmee je wilt beginnen, cijfer 2 voor de volgende enzovoorts.

N.B. Als je hulp van je leraar nodig hebt kun je die natuurlijk vragen.

Ga verder bij stap 7.

Stap 7. Maak het werkstuk volgens de door jou bedachte volgorde.
Let steeds goed op wat je geschreven hebt in de kolom 'waar moet ik op letten?'

Noteer hieronder hoe laat het nu is.

Tijd:.....

Noteer hieronder hoe laat het is wanneer je begint met de eerste uitvoerende bewerking (b.v. boren, zagen, en dergelijke).

Tijd:.....

Stap 8. Als je werkstuk klaar is, lever je het in bij je leraar.

Noteer hieronder de tijd waarop je klaar bent.

Tijd:.....

Naam:

Klas:

School:

Bijlage 4. Tabellen

Tabel 6.1.: gemiddelden (M), standaarddeviaties (SD) en correlatie-coëfficiënten betreffende de leerling-kenmerken, instructietoets-scores en retentietoets-scores uit Onderzoek 1 (N=82)

Variabele	M	SD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 DAT-Woordbeeld	28.63	12.47	x	*** .30	.06	*** .28	.20	** -.23	.01	-.02	.14	.01
2 DAT-Zinnen	5.80	11.37		x	*** .37	.03	.13	.07	-.02	.05	.05	-.11
3 DAT-Analogieën	17.18	5.88			x	.17	.18	.06	-.05	.01	.18	** .24
4 DBT	17.45	5.39				x	*** .35	.10	** .23	-.08	*** .36	*** .38
5 GEFT	11.00	3.85					x	-.15	.10	.03	.17	** .22
6 Prestatiemotivatie	14.20	6.78						x	-.10	.12	-.10	.04
7 Negatieve faalangst	6.80	3.82							x	*** -.47	.16	.02
8 Positieve faalangst	9.94	3.84								x	-.05	-.07
9 Instructietoets	33.59	4.35									x	*** .57
10 Retentietoets	31.11	5.55										x

Toelichting: zie tekst en bijlage 1 voor de betekenis van de gebruikte afkortingen

** $p \leq .05$

*** $p \leq .01$

Tabel 6.2: Overzicht van de voor schoolverschillen gecorrigeerde percentages verklaarde variantie (% var), F-waarden (F), gemiddelden (M) en standaarddeviaties (SD) met betrekking tot de instructie- en de retentietoets voor de schriftelijke en de demonstratie-methode (df=77)

	Conditie		Schriftelijke methode		Demonstratie methode	
	% var	F	M	SD	M	SD
Instructietoets	10.88	12.67***	27.00	4.64	32.25	3.59
Retentietoets	2.96	2.71	27.88	5.60	28.88	5.45

*** $p \leq .01$

Tabel 6.3: Overzicht van de voornaamste resultaten van de regressie-analyses op de instructietoets

Interactieterm	% var	F	COND	a	b	r
GEFT x COND	.61	.71	S	27.37	.68	.28
			D	32.23	.10	.03
FPOS x COND	2.42	2.86*	S	26.93	.51	.06
			D	32.15	-.89	-.19
FNEG x COND	.41	.48	S	27.11	.32	.12
			D	32.08	.93	.19
P x COND	1.08	1.25	S	26.76	.52	-.01
			D	32.10	-.34	-.09
DBT x COND	.35	.47	S	27.88	1.54	.48
			D	32.24	1.13	.32
WOORDBEELD x COND	.01	.01	S	26.88	.53	.10
			D	32.85	.91	.32
ZINNEN x COND	.51	.63	S	26.60	1.43	.18
			D	32.32	.73	.13
ANALOGIEËN x COND	.41	.49	S	27.05	.56	.20
			D	32.82	1.44	.34
(DBT - WOORDB) x COND	.33	.39	S	27.55	.69	.32
			D	32.12	.20	.02

Toelichting: COND: conditie; S: schriftelijke methode; D: demonstratiemethode.
Zie tekst en bijlage 1 voor de betekenis van de overige afkortingen.

* $p \leq .10$

Tabel 6.4: Overzicht van de voornaamste resultaten van de regressie-analyses op de retentietoets

Interactieterm	% var	F	COND	a	b	r
GEFT x COND	.47	.44	S	28.87	1.81	.25
			D	28.68	.85	.18
FPOS x COND	1.07	.98	S	27.86	.10	-.01
			D	28.75	-1.05	-.12
FNEG x COND	.01	.01	S	27.82	-.15	.03
			D	28.87	.03	.00
P x COND	1.16	1.07	S	27.35	1.17	.14
			D	28.90	.06	.00
DBT x COND	2.69	3.01*	S	29.77	3.33	.56
			D	28.86	1.18	.23
WOORDBEELD x COND	3.27	3.06*	S	28.05	-.79	-.20
			D	29.76	1.36	.27
ZINNEN x COND	.19	.17	S	27.88	-.03	-.02
			D	28.85	-.30	-.12
ANALOGIEËN x COND	.29	.28	S	28.03	1.68	.36
			D	29.26	.97	.15
(DBT - WOORDB) x COND	8.52	9.36***	S	30.11	2.83	.63
			D	28.92	-.07	.03

Toelichting: COND: conditie; S: schriftelijke methode; D: demonstratiemethode.

Zie tekst en bijlage 1 voor de betekenis van de overige afkortingen.

* $p \leq .10$

*** $p \leq .01$

Tabel 7.1: Gemiddelden (M), standaarddeviaties (SD) en correlatie-coëfficiënten betreffende de leerlingkenmerken, de produktscores en enkele procesvariabelen uit Onderzoek 2 (N = 40)

Variabele	M	SD	Correlatie-coëfficiënten																
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1 DBT	14.78	4.47		.21	.26	-.28	***.46	***.47	.12	-.11	.08	.11	-.04	.31	-.08	-.26	.17	-.25	***.37
2 P	12.40	6.20			-.13	-.07	.28	.13	-.15	-.23	.27	.08	.04	.20	.14	.09	.08	-.05	.01
3 FPOS	8.73	4.16				***-.45	-.14	.28	.26	-.27	.22	.03	-.12	.05	-.14	-.20	.21	.06	-.16
4 FNEG	6.30	3.68					***-.27	***.40	-.17	.32	***.34	-.12	.07	-.10	.23	.20	-.22	.23	.15
5 GEFT	11.63	4.00						.32	.18	-.24	.08	.13	.04	.29	-.11	-.28	.38	***.35	-.19
6 TECH	40.59	9.73							.38	***.36	.42	.48	-.11	***.44	-.24	-.15	.04	.02	***.35
7 RUIM	60.60	13.59								-.28	.08	.09	.20	***.40	-.22	***.56	***.41	.10	***.39
8 MFFOUT	3.03	1.79									***.50	-.02	.02	-.15	.17	.03	-.27	.12	.05
9 MFTIJD	14.01	5.33										.08	.09	.18	-.03	.11	.07	-.09	.00
10 FAMT	2.44	.70											***.39	.30	.03	-.09	.05	.07	***.42
11 DIFT	2.48	.43												-.07	.05	.20	.08	.03	.24
12 PRODUKT	17.45	6.20													***.22	***.38	.33	-.08	***.33
13 FRAAD	5.45	4.60														.39	***.03	.28	.35
14 FDENK	29.08	14.50															***.47	.20	***.61
15 TMOTR	.42	.07																-.24	-.23
16 ICOG	.00	.58																	.22
17 TTOT	131.50	32.30																	

Toelichting:

PRODUKT: Produktscore behaald voor de soldeerhouder.

FRAAD: Het aantal keren dat - na de aftekenfase - tekening of voorbeeld is geraadpleegd.

FDENK: Het aantal tijdens de taakuitvoering geregistreerde denkpauzes (werkonderbrekingen die langer dan 5 seconden duurden).

TMOTR: De relatieve tijd (als deel van de totale werktijd) die is besteed aan motorische (uitvoerende) handelingen.

ICOG: De hoeveelheid bij het interview gerapporteerde cognitieve activiteiten.

TTOT: De totale werktijd die nodig is om het werkstuk te voltooien (uitgedrukt in minuten).

Zie bijlage 1 voor de betekenis van de overige afkortingen.

** $p \leq .05$

*** $p \leq .01$

Tabel 7.2: Overzicht van de percentages variantie (% var), verklaard door de conditievector T met betrekking tot de afhankelijke variabelen PRODUKT, FRAAD, FDENK, TMOTR, ICOG en TTOT, alsmede bijbehorende F-waarden (F), en gemiddelden (M) en standaarddeviaties (SD) voor de voorbeeld- en tekeningcondities (df = 38)

Afhankelijke variabele	Conditievector T		Voorbeeldconditie		Tekeningconditie	
	% var	F	M	SD	M	SD
PRODUKT	6.42	2.61	19.00	5.69	15.90	6.44
FRAAD	11.64	5.00**	3.90	3.45	7.00	5.15
FDENK	1.90	.74	27.10	12.23	31.05	16.55
TMOTR	3.25	1.28	.43	.07	.41	.06
ICOG	12.82	5.59**	-.21	.54	.21	.55
TTOT	8.26	3.42	112.40	26.78	140.70	35.37

Toelichting: Zie tekst en de toelichting bij tabel 7.1 voor de betekenis van de gebruikte afkortingen.

** $p \leq .05$

Tabel 7.3: Overzicht van de percentages variantie (% var), verklaard door de conditievector V met betrekking tot de afhankelijke variabelen PRODUKT, FRAAD, FDENK, TMOTR, ICOG en TTOT, alsmede bijbehorende F-waarden (F), en gemiddelden (M) en standaarddeviaties (SD) voor de vaste en de vrije volgorde-condities (df = 38)

Afhankelijke variabele	Conditievector V		Voorbeeldconditie		Tekeningconditie	
	% var	F	M	SD	M	SD
PRODUKT	2.40	.94	16.50	6.29	18.40	6.12
FRAAD	6.97	2.85	4.25	3.71	6.65	5.16
FDENK	.00	.00	29.00	13.32	29.15	15.95
TMOTR	4.82	1.92	.41	.06	.44	.07
ICOG	1.90	.74	.08	.52	-.08	.64
TTOT	.16	.06	132.80	35.00	130.20	30.30

Toelichting: Zie tekst en de toelichting bij tabel 7.1 voor de betekenis van de gebruikte afkortingen.

Tabel 7.4: Overzicht van de voornaamste resultaten van de regressie-analyses, waarmee de interacties van de leerlingkenmerken en conditievector T op de produktscores zijn getoetst (df = 36)

Interactieterm	% var	F	CONDITIE	a	b	r
DBT x T	.37	.16	VOORBEELD	19.09	2.34	.43
			TEKENING	15.84	1.58	.24
P x T	.05	.02	VOORBEELD	18.91	1.26	.23
			TEKENING	15.97	.98	.15
(FP - FN) x T	1.11	.44	VOORBEELD	19.25	.84	.27
			TEKENING	15.89	.05	.01
GEFT x T	2.30	.99	VOORBEELD	18.96	.80	.15
			TEKENING	16.05	2.68	.41
TECH x T	.45	.25	VOORBEELD	19.82	2.99	.52
			TEKENING	14.84	3.85	.58
RUIM x T	.05	.02	VOORBEELD	18.99	2.31	.42
			TEKENING	15.91	2.59	.40
(MFT - MFF) x T	3.18	1.34	VOORBEELD	19.29	1.47	.44
			TEKENING	15.86	.19	.05
FAMT x T	2.20	.97	VOORBEELD	19.08	1.15	.22
			TEKENING	15.70	3.00	.44
DIFT x T	1.03	.40	VOORBEELD	18.96	-.82	-.16
			TEKENING	15.88	.49	.07

Toelichting: (FP - FN): positieve minus negatieve faalangst.
(MFT - MFF): tijdscore MFFT minus foutenscore MFFT.
Zie tekst en bijlage 1 voor de betekenis van de overige afkortingen.

Tabel 7.5: Overzicht van de voornaamste resultaten van de regressie-analyses, waarmee de interacties van de leerlingkenmerken en conditievector V op de productscores zijn getoetst (df = 36)

Interactieterm	% var	F	CONDITIE	a	b	r
DBT x V	8.60	3.84*	VRIJ	17.91	3.24	.59
			VAST	16.41	-.57	-.08
P x V	3.80	1.49	VRIJ	17.36	2.57	.36
			VAST	16.45	-.11	-.02
(FP - FN) x V	15.61	6.89**	VRIJ	17.84	2.40	.53
			VAST	16.33	-.73	-.23
GEFT x V	17.26	8.35***	VRIJ	16.37	4.70	.68
			VAST	16.05	-1.04	-.15
TECH x V	6.19	3.02*	VRIJ	17.82	3.69	.71
			VAST	16.55	.31	.04
RUIM x V	1.20	.53	VRIJ	18.08	3.09	.50
			VAST	16.68	1.72	.28
(MFT - MFF) x V	8.05	3.36*	VRIJ	18.21	1.44	.46
			VAST	16.41	-.66	-.16
FAMT x V	2.55	1.05	VRIJ	18.12	2.62	.46
			VAST	16.56	.06	.09
DIFT x V	1.62	.61	VRIJ	18.60	-1.14	-.22
			VAST	16.60	.59	.07

Toelichting: (FP - FN) : positieve minus negatieve faalangst.
(MFT - MFF) : tijdscore MFFT minus foutenscore MFFT.
Zie tekst en bijlage 1 voor de betekenis van de overige afkortingen.

* p \leq .10

** p \leq .05

*** p \leq .01

Tabel 7.6: Overzicht van de voornaamste resultaten van de regressie-analyses, waarmee de interacties van respectievelijk DBT, TECH en GEFT met conditievector V op de procesvariabele FRAAD zijn getoetst (df = 36)

Interactieterm	% var	F	CONDITIE	a	b	r
DBT x V	14.27	6.65**	VRIJ	6.94	-1.93	-.42
			VAST	4.51	1.71	.40
TECH x V	10.41	5.06**	VRIJ	7.02	-2.37	-.54
			VAST	4.39	.88	.19
GEFT x V	14.91	7.48***	VRIJ	8.11	-3.38	-.58
			VAST	4.50	.58	.15

Tabel 7.7: Overzicht van de voornaamste resultaten van de regressie-analyses, waarmee de interacties van GEFT met conditievector V op de procesvariabele FDENK zijn getoetst (df = 36)

Interactieterm	% var	F	CONDITIE	a	b	r
GEFT x V	15.20	7.32***	VRIJ	34.22	-11.75	-.65
			VAST	29.36	.84	.06

Tabel 7.8: Overzicht van de voornaamste resultaten van de regressie-analyses, waarmee de interacties van FAMT met conditievector V op de procesvariabele TMOTR zijn getoetst (df = 36)

Interactieterm	% var	F	CONDITIE	a	b	r
FAMT x V	10.16	4.30**	VRIJ	.43	.02	.31
			VAST	.40	-.02	-.34

Tabel 7.9: Overzicht van de voornaamste resultaten van de regressie-analyses, waarmee de interacties van FAMT met conditievector V op de procesvariabele ICOG zijn getoetst (df = 36)

Interactieterm	% var	F	CONDITIE	a	b	r
FAMT x V	11.36	4.75**	VRIJ	-.07	-.12	-.20
			VAST	.11	.28	.50

Toelichting: Zie tekst, bijlage 1 en de toelichting bij tabel 7.1 voor de betekenis van de gebruikte afkortingen.

** $p \leq .05$

*** $p \leq .01$

Tabel 7.10: Uitpartialisatie van RUIM en TECH uit de interacties van respectievelijk GEFT en DBT met conditievector V op de produkt-scores (df = 36 voor de oorspronkelijke situatie; df = 34 bij uitpartialisatie van RUIM of TECH; df = 32 bij uitpartialisatie van RUIM en TECH)

Interactie-term	Oorspronkelijk		na uit-partialisatie RUIM		na uit-partialisatie TECH		na uit-partialisatie RUIM en TECH	
	% var	F	% var	F	% var	F	% var	F
GEFT x V	17.26	8.35***	12.50	6.40**	7.60	3.95*	7.00	3.69*
DBT x V	8.60	3.84*	10.91	5.80**	5.12	2.66	2.88	1.51

Toelichting: Zie tekst en bijlage 1 voor de betekenis van de gebruikte afkortingen.

* $p \leq 0.10$

** $p \leq 0.05$

*** $p \leq 0.01$

Tabel 8.1.: Gemiddelden (M), standaarddeviaties (SD) en correlatie-coëfficiënten betreffende de leerlingkenmerken, de produkt-scores en enkele procesvariabelen uit Onderzoek 3A (N=108)

Variabele	M	SD	Correlatie-coëfficiënten																	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 FANT	26.32	5.25		-.29	-.07	.06	-.11	.09	.00	.01	.12	-.02	.02	.02	-.02	-.15	.16	-.12	.20	.05
2 DIFT	19.70	4.61			.06	.07	.24	-.12	.09	-.07	-.02	-.04	.16	.04	-.18	-.08	.04	.10	.00	-.08
3 DBT	17.25	5.15				***	.19	-.19	-.01	.25	.33	.02	.14	-.13	.41	-.08	-.18	-.20	.16	.33
4 SLAG ¹⁾	257.47	106.71				***	***	.38	.10	-.50	-.40	.13	-.02	.08	***	.10	.13	.30	.16	-.33
5 PURM	9.07	1.80					***	***	***	.08	.24	-.03	.17	.00	.07	-.06	-.24	.06	-.07	.07
6 MSRTIJD ¹⁾	847.52	135.30						***	***	***	***	.20	-.02	.00	***	.30	.07	.24	.32	.18
7 MSREFOOT	20.16	9.96							***	***	***	***	.16	.11	***	-.15	.21	.13	-.02	-.09
8 TECH	38.36	10.91								***	***	***	***	.11	***	.02	-.10	.26	***	.46
9 RUIW	51.50	20.48									***	***	***	***	***	.06	.31	-.16	***	.38
10 P	13.94	6.17										.00	.11	-.18	.57	.06	.31	-.16	***	.38
11 FNEG	6.72	3.36											.03	.11	.05	-.03	.12	.14	.00	-.02
12 FPOS	8.62	4.18											***	***	***	-.04	.09	.11	-.12	-.01
13 GEFT	11.10	4.43												***	***	***	***	.04	.05	.15
14 MFTIJD ¹⁾	136.60	59.69													***	***	***	***	***	***
15 MFFOOT	4.00	1.87														***	***	***	***	***
16 TTOT	.00	.65															***	***	***	***
17 RTORIEN	.00	.73																***	***	***
18 PRODUKT	.00	.75																	***	***
19 PRODUKTA	30.62	7.81																		***
20 PRODUKTb	28.84	6.27																		***
21 PRODUKTC	24.06	9.70																		***

1) Tijd in seconden

Toelichting: TTOT: de over de opdrachten a, b en c gemiddelde totale werktijd, die nodig is om de werktakken te voltooien (berekend na standaardisatie van de scores per opdracht).

RTORIEN: de relatieve tijd (als deel van de totale werktijd) die is besteed aan oriënterende activiteiten, gemiddeld over de opdrachten a, b en c (berekend na standaardisatie van de scores per opdracht).

PRODUKT: de over de opdrachten a, b en c gemiddelde produktscores (berekend na standaardisatie van de scores per opdracht).

PRODUKTA: de produktscore behaald voor opdracht a.

PRODUKTb: de produktscore behaald voor opdracht b.

PRODUKTC: de produktscore behaald voor opdracht c.

Zie bijlage 1 voor de betekenis van de overige afkortingen.

*** p

** p

* p

Tabel 8.2.: Gemiddelden (M), standaarddeviaties (SD) en enkele correlatie-coëfficiënten betreffende de produktscores, enkele procesvariabelen en de leerlingkenmerken uit Onderzoek 3B (N=108)

Variabele			Correlaties ¹⁾		
	M	SD	1	2	3
1 TTOT	.00	.76		.21**	-.23**
2 RTORIEN	.00	.53			-.09
3 PRODUKT	.00	.72			
4 PRODUKTD	53.01	7.65			
5 PRODUKTE	41.29	10.91			
6 PRODUKTF	44.42	9.62			
7 PRODUKTG	75.37	12.86			
8 FAMT	20.07	3.88	-.11	.14	.01
9 DIFT	12.23	2.97	.14	-.05	-.03
10 DBT			-.16	-.03	.44**
11 SLAG			.31**	.26**	-.42**
12 PURM			-.15	.00	.28**
13 MSRTUD			.35**	.18	-.31**
14 MSRFOUT			.18	.07	-.18
15 TECH			-.36**	-.23**	.49**
16 RUIM			-.16	-.19	.53**
17 P	Zie tabel 8.1.	Zie tabel 8.1.	.12	-.13	.01
18 FNEG			.07	.07	.04
19 FPOS			.08	-.08	-.17
20 GEFT			-.11	-.02	.42**
21 MFTUD			.13	.08	-.05
22 MFFOUT			.02	-.01	-.16

** p \leq .05

*** p \leq .01

1) voor onderlinge correlaties van de leerlingkenmerken 10 t/m 22: zie tabel 8.1.

Toelichting

TTOT: de over de opdrachten d, e en f gemiddelde totale werktijd, die nodig is om de werkstukken te voltooien (berekend na standaardisatie van de scores per opdracht).

RTORIEN: de relatieve tijd (als deel van de totale werktijd) die is besteed aan oriënterende activiteiten, gemiddeld over de opdrachten d, e en f (berekend na standaardisatie van de scores per opdracht).

PRODUKT: de voor de opdrachten d, e en f gemiddelde produktscore (berekend na standaardisatie van de scores per opdracht).

PRODUKTD: de produktscore behaald voor opdracht d.

PRODUKTE: de produktscore behaald voor opdracht e.

PRODUKTF: de produktscore behaald voor opdracht f.

PRODUKTG: de produktscore behaald voor opdracht g.

Zie bijlage 1 voor de betekenis van de overige afkortingen.

Tabel 8.3.: Overzicht van de gemiddelde kwadratensommen (MS) en F-waarden (F) betreffende de variantiebron "CONDITIE" voor de afhankelijke variabelen RTORIEN en PRODUKT van Onderzoek 3A (df=2, 214), alsmede gemiddelden (M) en standaarddeviaties (SD) voor de condities HOOG, MATIG en LAAG

	Variantiebron				Conditie			
Afhankelijke variabele	CONDITIE		HOOG		MATIG		LAAG	
	MS	F	M	SD	M	SD	M	SD
RTORIEN	.37	.54	-.05	1.08	.07	.99	-.02	.91
PRODUKT	.14	.21	-.03	1.08	.04	.99	-.01	.93

Toelichting: Zie tekst en de toelichting bij tabel 8.1 voor de betekenis van de gebruikte afkortingen.

Tabel 8.4.: Overzicht van de voor schoolverschillen gecorrigeerde percentages variantie (% var), verklaard door de conditievectoren HL, ML en HM, met betrekking tot de afhankelijke variabelen RTORIEN en PRODUKT in Onderzoek 3B, alsmede bijbehorende F-waarden (F), en gemiddelden (M) en standaarddeviaties (SD) voor de condities HOOG, MATIG en LAAG (df=104)

	Conditievector						Conditie					
Afhankelijke variabele	HL		ML		HM		HOOG		MATIG		LAAG	
	% var	F	% var	F	% var	F	M	SD	M	SD	M	SD
RTORIEN	2.98	3.04	.20	.22	1.50	1.60	-.12	.61	.03	.50	.09	.44
PRODUKT	.11	.12	.52	.58	.16	.17	.00	.69	-.07	.83	.06	.65

Toelichting: Conditievector HL betreft het verschil tussen de condities HOOG en LAAG.
Conditievector ML betreft het verschil tussen de condities MATIG en LAAG.
Conditievector HM betreft het verschil tussen de condities HOOG en MATIG.

Zie tekst en toelichting bij tabel 8.2 voor de betekenis van de overige afkortingen.

Tabel 8.5: Overzicht van de gemiddelde kwadratensommen (MS) en F-waarden (F) betreffende de variantiebron "leerlingkenmerk x Conditie" voor de afhankelijke variabele RTORIEN in Onderzoek 3A, alsmede de Pearson-correlaties van de leerlingkenmerken met RTORIEN voor de condities HOOG, MATIG en LAAG (df = 2, 212)

Variantiebron	MS	F	Correlatie tussen RTORIEN en leerlingkenmerk voor conditie:		
			HOOG	MATIG	LAAG
FAMT x C	.57	.82	-.33	-.06	-.03
DIFT x C	1.33	1.96	.14	-.12	-.06
DBT x C	.32	.47	-.17	-.16	-.02
MSRTJD x C	.77	1.12	.11	.24	.05
MSRFOUT x C	.38	.56	-.09	.03	.04
TECH x C	.59	.86	-.27	-.18	-.16
RUIM x C	.17	.25	-.23	-.36	-.29
P x C	1.72	2.53	.07	-.07	.00
FNEG x C	.66	.97	-.07	-.07	-.15
FPOS x C	1.33	1.95	.19	-.03	.16
GEFT x C	.50	.73	-.07	-.20	-.13
MFTIJD x C	3.20	4.83***	.16	-.05	.04
MFFOUT x C	.24	.35	-.10	-.03	-.09

Toelichting: FAMT x C, DIFT x C, etc.: leerlingkenmerk x Conditie interactietermen.
 Zie tekst, de toelichting bij tabel 8.1 en bijlage 1 voor de betekenis van de overige afkortingen.

*** $p \leq .01$

Tabel 8.6: Overzicht van de gemiddelde kwadratensommen (MS) en F-waarden (F) betreffende de variantiebron "leerlingkenmerk x CONDITIE" voor de afhankelijke variabele PRODUKT van Onderzoek 3A, alsmede de Pearson-correlaties van de leerlingkenmerken met PRODUKT voor de condities HOOG, MATIG en LAAG (df = 2, 212)

Variantiebron	MS	F	Correlatie tussen PRODUKT en leerlingkenmerk voor conditie:		
			HOOG	MATIG	LAAG
FAMT x C	.12	.18	.05	-.04	.09
DIFT x C	.76	1.18	-.10	.07	-.16
DBT x C	.04	.06	.22	.31	.21
MSRTIJD x C	.11	.16	-.18	-.07	-.15
MSRFOUT x C	.51	.79	-.03	-.01	-.18
TECH x C	.30	.45	.37	.31	.36
RUIM x C	.28	.44	.32	.26	.27
P x C	.15	.22	-.02	.00	-.03
FNEG x C	1.02	1.58	-.04	.03	-.01
FPOS x C	1.59	2.49	-.10	.07	-.22
GEFT x C	2.19	3.46*	.31	.20	.13
MFTIJD x C	.03	.04	-.06	-.17	-.06
MFFOUT x C	1.22	1.90	-.06	.03	-.02

Toelichting: FAMT x C, DIFT x C, etc.: leerlingkenmerk x Conditie interactietermen.
Zie tekst, de toelichting bij tabel 8.1 en bijlage 1 voor de betekenis van de overige afkortingen.

* $p \leq 10$

Tabel 8.7.: Overzicht van de voornaamste resultaten van de regressie-analyses, waarmee de interacties van respectievelijk DBT, PURM, TECH en FPOS met conditievector HM op de produktscores uit Onderzoek 3B zijn getoetst (na statistische correctie voor schoolverschillen; df=102)

Interactieterm	% var	F	Conditie	a	b	r
DBT x HM	4.72	6.85**	HOOG	.30	.08	.15
			MATIG	.29	.35	.65
			LAAG	.14	.18	.47
PURM x HM	3.13	3.77*	HOOG	.30	.04	.09
			MATIG	.02	.37	.50
			LAAG	.08	.13	.22
TECH x HM	3.28	4.89**	HOOG	.36	.26	.32
			MATIG	.07	.53	.69
			LAAG	.17	.28	.43
PFOS x HM	3.51	4.04**	HOOG	.34	.10	.03
			MATIG	.09	-.24	-.34
			LAAG	.10	-.09	-.18

Tabel 8.8.: Overzicht van de voornaamste resultaten van de regressie-analyses, waarmee de interacties van respectievelijk DBT en RUIM met conditievector HM op de afhankelijke variabele TTOT uit Onderzoek 3B zijn getoetst (na statistische correctie voor schoolverschillen; df=102)

Interactieterm	% var	F	Conditie	a	b	r
DBT x HM	5.68	6.60**	HOOG	.33	.09	.10
			MATIG	-.04	-.22	-.43
			LAAG	.20	-.03	-.16
RUIM x HM	4.08	4.80**	HOOG	.38	-.10	.06
			MATIG	.22	-.35	-.44
			LAAG	.18	-.12	-.21

Toelichting: Conditievector HM betreft het verschil tussen de condities HOOG en MATIG.
Zie tekst, de toelichting bij tabel 8.2 en bijlage 1 voor de betekenis van de overige afkortingen.

* p \leq .10

** p \leq .05

Tabel 9.1: Gemiddelden (M), standaarddeviaties (SD) en onderlinge correlaties betreffende de leerlingkenmerken uit Onderzoek 4 (N = 180)

Leerling- kenmerk	M	SD	Correlatie-coëfficiënten															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1 RIJN	62.36	15.52		.54***	-.02	.09	-.05	-.03	-.10	-.10	.35***	-.18**	-.16**	.32***	.50***	-.09	.15**	.18**
2 TECH	41.17	9.51			-.11	-.08	.03	-.11	-.03	-.10	.27***	-.23***	-.39***	.32***	.53***	-.15**	.08	.20***
3 P	12.79	6.12				.03	.17**	.45***	.07	.01	.17**	.00	.08	-.01	-.05	-.10	-.06	.01
4 FNEG	7.39	3.45					-.46***	.01	-.07	.04	-.18**	.09	-.08	-.08	-.08	.04	-.02	-.06
5 FPOS	9.53	3.91						.11	.06	.12	.09	-.09	.07	.12	.08	.03	.05	-.04
6 SW	6.37	3.47							.06	-.12	.28***	-.08	-.04	.09	-.01	-.07	-.05	.01
7 MFOUT	3.79	1.80								-.46***	.02	.09	.12	-.07	-.04	.07	-.01	-.02
8 MFTIJD ¹⁾	146.73	67.28									-.06	.01	.20***	-.08	-.11	.00	-.06	-.01
9 DBT	14.37	4.88												-.18**	.23***	.27***	.03	.00
10 MSRFOUT	30.98	15.82												.16**	-.02	-.18**	-.01	.02
11 MSRTIJD ¹⁾	827.00	167.00													-.18**	.38***	.09	-.08
12 RAPCLIJF	6.68	.85														.31***	-.08	.08
13 GEFT	12.09	3.72															-.08	.03
14 MOEILJK	7.13	1.16																.12
15 VAAK	8.37	1.57																-.40***
16 GOED	9.82	1.34																.56***

Toelichting: Zie tekst en bijlage 1 voor de betekenis van de gebruikte afkortingen.

** p < .05
 *** p < .01
 1) Tijden in seconden

Tabel 9.2: Eigenwaarden en percentages verklaarde variantie (% var) van de vijf factoren uit de factoranalyse op de leerlingkenmerken uit tabel 9.1 (N = 180)

FACTOR	EIGENWAARDE	% VAR
1	2.63	35.0
2	1.69	22.5
3	1.28	17.0
4	1.02	13.6
5	.88	11.7

Tabel 9.3: Factormatrix (na rotatie) betreffende de factoranalyse op de leerlingkenmerken (N = 180)

LEERLING- KENMERK	FACTOR 1	FACTOR 2	FACTOR 3	FACTOR 4	FACTOR 5
RUIM	.76	.11	-.02	-.15	.02
TECH	.71	.13	-.17	.06	-.03
P	-.05	.02	.61	.06	.01
FNEG	-.05	-.05	.04	-.69	.08
FPOS	.05	-.02	.14	.67	.06
SW	.04	.00	.76	.01	-.09
MFFOUT	-.11	-.02	.05	.05	-.64
MFTJD	-.15	-.02	-.03	.10	.77
DBT	.46	-.06	.31	.15	-.03
MSRFOUT	-.28	.06	-.06	-.09	-.05
MSRTJD	-.57	-.03	.01	.17	.05
RAPCLJF	.41	.12	.05	.11	.00
GEFT	.68	.05	-.06	.07	-.03
MOEILJK	-.06	-.75	-.09	.02	-.04
VAAK	.06	.56	-.06	.02	-.03
GOED	.09	.99	.00	.01	.01

Toelichting: Zie tekst en bijlage 1 voor de betekenis van de gebruikte afkortingen.

Tabel 9.4: Communaliteit (h^2) van de bij de factoranalyse betrokken leerlingkenmerken (N = 180)

LEERLINGKENMERK	COMMUNALITEIT
RUIM	.61
TECH	.56
P	.38
FNEG	.50
FPOS	.47
SW	.59
MFFOUT	.43
MFTJD	.62
DBT	.34
MSRFOUT	.10
MSRTJD	.36
RAPCLJF	.19
GEFT	.47
MOEILJK	.57
VAAK	.32
GOED	.99

Toelichting: Zie tekst en bijlage 1 voor de betekenis van de gebruikte afkortingen.

Tabel 9.5: Gemiddelden (M) en standaarddeviaties (SD) betreffende de produktscores en enkele procesgegevens uit Onderzoek 4 (N = 180)

Variabele	M	SD	Toelichting:
PRODP1TG	38.17	20.95	PROD...: produktscore
PRODP2TG	47.03	12.49	P1 : praktijkopdracht 1: leertaak
PRODP3TG	25.88	9.59	P2 : praktijkopdracht 2: retentietaak
PRODP1TR	49.59	20.27	P3 : praktijkopdracht 3: transfertaak
PRODP2TR	52.87	13.60	TG : totaal goed absoluut (zie 5.3)
PRODP3TR	40.39	13.91	TR : totaal goed relatief (zie 5.3)
RTORIP1	.54	.17	RTORI...: de relatieve tijd (als deel van de totale werktijd) die is besteed aan oriënterende activiteiten.
RTORIP2	.42	.12	
RTORIP3	.52	.13	
TTOTP1 ¹⁾	4504.97	530.86	TTOT...: de totale werktijd die nodig is om een werkstuk te voltooien.
TTOTP2 ¹⁾	3600.68	765.67	
TTOTP3 ¹⁾	4395.28	870.27	

1) tijden in seconden

Tabel 9.6: Pearson-correlaties tussen de leerlingkenmerk-factorscores, de produktscores en de relatieve tijd besteed aan oriënterende activiteiten; Pearson-correlaties tussen de subjectieve competentiegegevens en de produktscores betreffende de transfertaak (N = 180)

Variabele	PRODP1TG	PRODP2TG	PRODP3TG	RTORIP1	RTORIP2	RTORIP3
FACTOR 1	.37***	.42***	.39***	-.39***	-.21***	-.24***
FACTOR 2	.19***	.16**	.30***	-.18**	-.06	-.25***
FACTOR 3	-.08	.00	.01	.18**	.10	.04
FACTOR 4	-.01	-.08	-.11	.06	-.10	-.05
FACTOR 5	.02	-.04	.03	.13	.11	.08
MOEILIK VAAK GOED			-.23*** .29*** .36***			
RTORI	-.71***	-.24***	-.28***			

Toelichting: Zie tekst, de toelichting bij tabel 9.5 en bijlage 1 voor de betekenis van de gebruikte afkortingen.

** $p \leq .05$

*** $p \leq .01$

Tabel 9.7: Gemiddelden (M) en standaarddeviaties (SD) betreffende de produkt-scores en de relatieve tijd, besteed aan oriënterende activiteiten, afzonderlijk voor de drie condities (N = 60 per conditie)

Variabele	Conditie					
	HOOG		MATIG		LAAG	
	M	SD	M	SD	M	SD
PRODP1TG	36.33	23.17	36.73	20.09	41.45	19.35
PRODP2TG	45.02	14.14	48.23	11.70	47.83	11.41
PRODP3TG	26.98	8.56	24.63	9.75	26.02	10.39
RTORIP1	.59	.18	.53	.17	.50	.15
RTORIP2	.45	.11	.40	.12	.41	.12
RTORIP3	.52	.11	.52	.14	.52	.13

Toelichting: Zie tekst en de toelichting bij tabel 9.5 voor de betekenis van de gebruikte afkortingen.

Tabel 9.8: Overzicht van de percentages variantie (% var), verklaard door de conditievector met betrekking tot de produkt-scores en de relatieve tijd, besteed aan oriënterende activiteiten, alsmede de bijbehorende F-waarden (F)(df = 177)

Variabele	Conditievector											
	HL		MHL		HM		LHM		ML		HML	
	% var	F	% var	F	% var	F	% var	F	% var	F	% var	F
PRODP1TG	1.00	1.79	.24	.42	.01	.01	1.23	2.21	.85	1.52	.39	.69
PRODP2TG	.85	1.53	.47	.84	1.11	2.00	.21	.37	.02	.03	1.30	2.34
PRODP3TG	.17	.30	.85	1.51	1.01	1.80	.01	.02	.35	.62	.67	1.19
RTORIP1	4.74	8.83***	.13	.24	1.95	3.64	2.92	5.43**	.61	1.13	4.26	7.93***
RTORIP2	2.10	3.84	1.00	1.83	2.53	4.63**	.57	1.04	.02	.04	3.08	5.63**
RTORIP3	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00

Toelichting: Conditievector HL betreft het verschil tussen de condities HOOG en LAAG.
 Conditievector MHL betreft het verschil van de conditie MATIG met de condities HOOG en LAAG.
 Conditievector HM betreft het verschil tussen de condities HOOG en MATIG.
 Conditievector LHM betreft het verschil van de conditie LAAG met de condities HOOG en MATIG.
 Conditievector ML betreft het verschil tussen de condities MATIG en LAAG.
 Conditievector HML betreft het verschil van de conditie HOOG met de condities MATIG en LAAG.

Zie de toelichting bij tabel 9.5 voor de betekenis van de overige afkortingen.

** p \leq .05

*** p \leq .01

Tabel 9.9: Overzicht van de voornaamste resultaten van de regressie-analyses waarmee de interacties van de ruimtelijk-technische intelligentie (RTI) en de conditievector HML op de produkt- en RTORI-scores zijn getoetst (df = 174)

Interactie- term	PRODP1TG					PRODP2TG					PRODP3TG							
	% var	F	C	a	b r	% var	F	C	a	b r	% var	F	C	a	b r			
RTI x HML	.80	.10				1.51	3.30*				3.35	7.26***						
			H	36.17	8.38			.33	H	44.95			3.46	.22	H	26.95	1.44	.16
			M	36.26	9.04			.40	M	47.84			7.60	.58	M	24.37	5.13	.47
			L	42.07	8.60			.41	L	48.30			6.48	.52	L	26.44	5.92	.52
RTI x HML	RTORIP1					RTORIP2					RTORIP3							
	% var	F	C	a	b r	% var	F	C	a	b r	% var	F	C	a	b r			
	.21	.47				.00	.00				.05	.10						
			H	.59	-.06			-.33	H	.45			-.03	-.24	H	.52	-.03	-.24
			M	.53	-.09			-.46	M	.40			-.03	-.21	M	.52	-.05	-.34
			L	.49	-.08			-.46	L	.40			-.03	-.21	L	.52	-.02	-.14

Toelichting: Zie tekst en de toelichting bij tabel 9.5 voor de betekenis van de gebruikte afkortingen.

* $p \leq .10$

*** $p \leq .01$

Tabel 10.1: Gemiddelden (M), standaarddeviaties (SD) en correlatie-coëfficiënten betreffende de leerlingkenmerken en de produkt-scores uit Onderzoek 5 voor de afdeling Elektrotechniek (N = 45)

Variabele	M	SD	Correlatie-coëfficiënten								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 RUIM	62.49	11.63		.35**	.40***	.16	.75***	.34**	.36**	-.06	-.38***
2 TECH	39.44	8.02			.03	-.02	.54***	.24	.12	-.09	-.17
3 GEFT	9.49	4.14				.28	.68***	.29	.40***	.12	-.30**
4 DBT	18.58	4.14					.56***	.31**	.48***	.41***	-.17
5 RTI	-.15	.63						.47***	.54***	.15	-.41***
6 BASIS	32.16	10.45							.42***	.11	-.32**
7 PRODP1TG	25.20	10.61								.30**	-.74***
8 PRODP2TG	30.62	7.85									.42***
9 VERSCHIL	5.42	11.13									

Toelichting: RTI: de som van de gestandaardiseerde RUIM-, TECH-, DBT- en GEFT-scores.
 PRODP1TG: het totaal aantal behaalde punten voor de eerste schroevendraaierhouder (leertaak).
 PRODP2TG: het totaal aantal behaalde punten voor de tweede schroevendraaierhouder (retentietaak).
 VERSCHIL: de behaalde score bij de retentietaak (PRODP2TG) minus de behaalde score bij de leertaak (PRODP1TG).
 Zie bijlage 1 voor de betekenis van de overige afkortingen.

** $p \leq .05$

*** $p \leq .01$

Tabel 10.2: Gemiddelden (M), standaarddeviaties (SD) en correlatie-coëfficiënten betreffende de leerlingkenmerken en de produkt-scores uit Onderzoek 5 voor de afdeling Mechanische Techniek (N = 99)

Variabele	M	SD	Correlatie-coëfficiënten								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 RUIM	57.53	16.96		.38***	.51***	.21**	.73***	.17	.37***	.26***	-.18
2 TECH	40.59	8.46			.38***	.45***	.76***	.40***	.23**	.29***	.00
3 GEFT	10.98	4.63				.29***	.75***	.19	.46***	.34***	-.21**
4 DBT	18.02	4.70					.67***	.31***	.29***	.28***	-.07
5 RTI	.07	.70						.37***	.47***	.40***	-.16
6 BASIS	36.76	9.69							.34***	.33***	-.09
7 PRODP1TG	27.93	9.98								.48***	-.67***
8 PRODP2TG	32.13	7.88									.33***
9 VERSCHIL	4.20	9.27									

Toelichting: RTI: de som van de gestandaardiseerde RUIM-, TECH-, DBT- en GEFT-scores.

PRODP1TG: het totaal aantal behaalde punten voor de eerste schroevendraaierhouder (leertaak).

PRODP2TG: het totaal aantal behaalde punten voor de tweede schroevendraaierhouder (retentietaak).

VERSCHIL: de behaalde score bij de retentietaak (PRODP2TG) minus de behaalde score bij de leertaak (PRODP1TG).

Zie bijlage 1 voor de betekenis van de overige afkortingen.

** p \leq .05

*** p \leq .01

Tabel 10.3: Descriptieve gegevens voor de op instructie R betrekking hebbende variabelen STAP21, STAP22, STAP5N, STAP5L en STAP6V (N = 15 voor de afdeling Elektrotechniek; N=33 voor de afdeling Mechanische Techniek)

Variabele	Afdeling							
	Elektrotechniek				Mechanische Techniek			
	Aantal antwoorden in categorie				Aantal antwoorden in categorie			
	1	2	3		1	2	3	
STAP21 ¹⁾	11	3	1		19	13	1	
STAP22 ¹⁾	10	4	1		23	8	2	
STAP6V ²⁾	6	5	4		6	11	16	
	M	SD	MIN	MAX	M	SD	MIN	MAX
STAP5N	6.47	1.46	5	10	6.64	2.25	1	14
STAP5L	4.60	2.03	1	8	4.52	2.16	1	10

Toelichting: 1) categorie 1: ja; categorie 2: ik denk het wel; categorie 3: nee
 2) categorie 1: volgorde bepaald bij STAP 5; categorie 2: volgorde bepaald bij STAP 6; categorie 3: volgorde niet expliciet bepaald

M: gemiddelde
 SD: standaarddeviatie
 MIN: laagst gescoorde waarde
 MAX: hoogst gescoorde waarde

Zie tekst voor de betekenis van de overige afkortingen.

Tabel 10.4: Gemiddelden (M) en standaarddeviaties (SD) betreffende de produkt-scores PRODP1TG, PRODP2TG en VERSCHIL voor de drie condities (N = 15 per conditie voor de afdeling Elektrotechniek; N = 33 per conditie voor de afdeling Mechanische Techniek)

Afdeling	ELEKTROTECHNIEK									MECHANISCHE TECHNIEK								
Variabele	PRODP1TG			PRODP2TG			VERSCHIL			PRODP1TG			PRODP2TG			VERSCHIL		
Conditie	H	R	L	H	R	L	H	R	L	H	R	L	H	R	L	H	R	L
M	24.73	22.60	28.27	30.80	27.53	33.53	6.07	4.93	5.27	29.94	24.45	29.39	33.64	30.30	32.45	3.70	5.85	3.06
SD	9.13	10.51	11.93	6.60	10.05	5.44	9.95	11.53	12.52	11.01	9.04	9.11	8.22	7.73	7.56	10.34	8.35	9.04

Toelichting: Zie tekst en de toelichting bij de tabellen 10.1 en 10.2 voor betekenis van de gebruikte afkortingen.

Tabel 10.5: Overzicht van de percentages variantie (% var), verklaard door de conditievectoren met betrekking tot de produktscores met bijbehorende F-waarden (F) voor de afdeling Elektrotechniek (df = 42)

VARIABLE	Conditievector											
	HRL		RL		LHR		HR		RHL		HL	
	% var	F	% var	F	% var	F	% var	F	% var	F	% var	F
PRODP1TG	.10	.04	4.86	2.15	4.27	1.89	.69	.31	3.07	1.36	1.89	.84
PRODP2TG	.03	.01	9.97	4.65**	7.04	3.29	2.96	1.38	7.93	3.70	2.07	.97
VERSCHIL	.17	.07	.02	.01	.01	.00	.18	.07	.10	.04	.09	.04

Tabel 10.6: Overzicht van de percentages variantie (% var), verklaard door de conditievectoren met betrekking tot de produktscores, met bijbehorende F-waarden (F) voor de afdeling Mechanische Techniek (df = 96)

VARIABLE	Conditievector											
	HRL		RL		LHR		HR		RHL		HL	
	% var	F	% var	F	% var	F	% var	F	% var	F	% var	F
PRODP1TG	2.05	2.10	4.13	4.22**	1.09	1.11	5.09	5.21**	6.13	3.27**	.05	.05
PRODP2TG	1.84	1.82	1.25	1.24	.09	.08	3.01	2.98	2.72	2.69	.38	.38
VERSCHIL	.15	.15	1.53	1.49	.77	.75	.91	.89	1.60	1.56	.08	.08

Toelichting: Conditievector HRL betreft het verschil van de conditie HOOG met de condities HEURISTIEK en LAAG.
 Conditievector RL betreft het verschil tussen de condities HEURISTIEK en LAAG.
 Conditievector LHR betreft het verschil van de conditie LAAG met de condities HOOG en HEURISTIEK.
 Conditievector HR betreft het verschil tussen de condities HOOG en HEURISTIEK.
 Conditievector RHL betreft het verschil van de condities HEURISTIEK en de condities HOOG en LAAG.
 Conditievector HL betreft het verschil tussen de condities HOOG en LAAG.
 Zie de toelichting bij de tabellen 10.1 en 10.2 voor de betekenis van de overige afkortingen.

** p < .05

Tabel 10.7: Overzicht van de voornaamste resultaten van de regressie-analyses, waarmee de interacties van de basisvaardigheidsscores (BV) en de conditievectoren op de produktscores zijn getoetst voor de afdeling Elektrotechniek (df = 39).

Interactieterm	PRODUKTSKORE PRODP1TG					
	% var	F	COND	a	b	r
BV x HRL	.02	.01				
BV x RL	.64	.35	H	23.46	4.90	.49
BV x LHR	.59	.32	R	22.37	4.19	.40
BV x HR	.07	.04	L	30.23	6.25	.55
BV x RHL	.42	.22				
BV x HL	.24	.13				
	PRODUKTSKORE PRODP2TG					
	% var	F	COND	a	b	r
BV x HRL	.04	.02				
BV x RL	5.98	2.86*	H	30.53	1.03	.14
BV x LHR	4.19	2.01	R	27.32	3.79	.38
BV x HR	1.82	.87	L	33.26	-.87	-.17
BV x RHL	5.13	2.46				
BV x HL	.88	.42				
	PRODUKTSKORE VERSCHIL					
	% var	F	COND	a	b	r
BV x HRL	.00	.00				
BV x RL	6.18	2.93*	H	7.07	-3.87	-.36
BV x LHR	4.74	2.25	R	4.96	-.39	-.03
BV x HR	1.43	.68	L	3.03	-7.12	-.60
BV x RHL	4.89	2.32				
BV x HL	1.28	.61				

Toelichting: Zie de toelichting bij de tabellen 10.1, 10.2 en 10.6 voor de betekenis van de gebruikte afkortingen

* $p \leq .10$

Tabel 10.8: Overzicht van de voornaamste resultaten van de regressie-analyses waarmee de interacties van de basisvaardigheidsscores (BV) en de conditievectoren op de produktscores zijn getoetst voor de afdeling Mechanische Techniek (df = 93)

Interactieterm	PRODUKTSORE PRODP1TG					
	% var	F	COND	a	b	r
BV x HRL	.54	.60				
BV x RL	.01	.01	H	28.77	4.15	.38
BV x LHR	.19	.21	R	25.02	2.70	.30
BV x HR	.36	.40	L	29.56	2.43	.25
BV x RHL	.10	.11				
BV x HL	.45	.50				
	PRODUKTSORE PRODP2TG					
	% var	F	COND	a	b	r
BV x HRL	4.05	4.54**				
BV x RL	.77	.86	H	33.58	.20	.02
BV x LHR	2.98	3.34*	R	30.90	2.81	.37
BV x HR	1.83	2.06	L	32.77	4.56	.56
BV x RHL	.12	.14				
BV x HL	4.70	5.26**				
	PRODUKTSORE VERSCHIL					
	% var	F	COND	a	b	r
BV x HRL	6.27	6.42**				
BV x RL	.73	.74	H	4.81	-3.94	-.38
BV x LHR	3.76	3.85*	R	5.88	.13	.02
BV x HR	3.24	3.32*	L	3.21	2.13	.22
BV x RHL	.40	.41				
BV x HL	6.60	6.76**				

Toelichting: Zie de toelichting bij de tabellen 10.1, 10.2 en 10.6 voor de betekenis van de gebruikte afkortingen

* $p \leq .10$

** $p \leq .05$

Tabel 10.9: Overzicht van de voornaamste resultaten van de regressie-analyses, waarmee de interacties van de ruimtelijk-technische intelligentie (RTI) en de conditievectoren op de produktscores zijn getoetst voor de afdeling Elektrotechniek (df = 39)

Interactieterm	PRODUKTSKORE PRODP1TG					
	% var	F	COND	a	b	r
RTI x HRL	.70	.41				
RTI x RL	.36	.21	H	24.52	4.57	.61
RTI x LHR	.85	.49	R	23.59	5.69	.55
RTI x HR	.21	.12	L	27.32	7.54	.48
RTI x RHL	.01	.01				
RTI x HL	1.05	.61				

	PRODUKTSKORE PRODP2TG					
	% var	F	COND	a	b	r
RTI x HRL	4.44	2.21				
RTI x RL	5.89	2.93*	H	30.84	-.85	-.16
RTI x LHR	1.35	.67	R	28.32	4.52	.45
RTI x HR	8.97	4.46**	L	33.66	-1.01	-.14
RTI x RHL	10.32	5.12**				
RTI x HL	.01	.00				

	PRODUKTSKORE VERSCHIL					
	% var	F	COND	a	b	r
RTI x HRL	.47	.24				
RTI x RL	5.21	2.63	H	6.32	-5.42	-.66
RTI x LHR	2.88	1.46	R	4.73	-1.17	-.10
RTI x HR	2.80	1.42	L	6.34	-8.55	-.52
RTI x RHL	4.62	2.33				
RTI x HL	1.06	.54				

Toelichting: Zie de toelichting bij de tabellen 10.1, 10.2 en 10.6 voor de betekenis van de gebruikte afkortingen

* $p \leq .10$

** $p \leq .05$

Tabel 10.10: Overzicht van de voornaamste resultaten van de regressie-analyses waarmee de interacties van de ruimtelijk-technische intelligentie (RTI) en de conditievectoren zijn getoetst voor de afdeling Mechanische Techniek (df = 93)

Interactieterm	PRODUKTSORE PRODP1TG					
	% var	F	COND	a	b	r
RTI x HRL	1.84	2.44				
RTI x RL	.11	.15	H	29.55	6.58	.60
RTI x LHR	.70	.93	R	24.44	4.00	.51
RTI x HR	1.25	1.66	L	29.59	3.14	.29
RTI x RHL	.33	.44				
RTI x HL	1.62	2.15				
	PRODUKTSORE PRODP2TG					
	% var	F	COND	a	b	r
RTI x HRL	.33	.38				
RTI x RL	.06	.07	H	33.49	2.53	.31
RTI x LHR	.20	.23	R	30.29	3.32	.50
RTI x HR	.19	.22	L	32.70	3.81	.42
RTI x RHL	.03	.03				
RTI x HL	.36	.41				
	PRODUKTSORE VERSCHIL					
	% var	F	COND	a	b	r
RTI x HRL	3.79	3.85*				
RTI x RL	.32	.33	H	3.94	-4.04	-.39
RTI x LHR	1.64	1.66	R	5.85	-.70	-.09
RTI x HR	2.48	2.51	L	3.10	.67	.06
RTI x RHL	.58	.59				
RTI x HL	3.53	3.59*				

Toelichting: Zie de toelichting bij de tabellen 10.1, 10.2 en 10.6 voor de betekenis van de gebruikte afkortingen.

* $p \leq 10$

Tabel 10.11: Gemiddelde verschillcores, uitgesplitst naar instructieconditie (L, R, H) en gedichotomiseerde basisvaardigheids-score (LAAG, HOOG) (n = 13 per cel)

		BASIS		
		LAAG	HOOG	
I N S T R U C T I E	L	.85	4.92	2.89
	R	6.08	6.62	6.35
	H	8.08	-.15	3.97
		5.00	3.80	4.40

Tabel 10.12: Variantie-analyse op de in tabel 10.11 gepresenteerde verschil-scores

Bron	SS	df	MS	F	P
CONDITIE	163.180	2	81.590	.988	.377
BASIS	28.321	1	28.321	.343	.560
COND. x BASIS	521.949	2	260.974	3.16	.048**
RESIDU	5947.191	72	82.600		
TOTAAL	6660.641	77	86.502		

** p \leq .05

Stellingen bij het proefschrift
HET LEREN VAN TECHNISCHE VAARDIGHEDEN
Individuele verschillen bij het uitvoeren van
praktijkopdrachten in het lager technisch onderwijs

1. Bij het leren van psychomotorische vaardigheden spelen cognitieve en metacognitieve processen een belangrijke rol.
2. Het bieden van empirische ondersteuning voor differentiatie-modellen is bepaald niet het enige doel van ATI-onderzoek.
3. De effectiviteit van directe training in het hanteren van expert-strategieën kan worden betwijfeld (dit proefschrift, hoofdstuk 11). Daarom dienen praktijkdocenten in het lager technisch onderwijs demonstraties van hun vakmanschap met zorg te doseren.
4. De invoering van basisvorming volgens de ideeën van de Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid vergt een aanzienlijke kwaliteitsverbetering van het onderwijs. Het vergroten van de aantrekkelijkheid van het beroep van leraar vormt daartoe een belangrijke voorwaarde.
5. Ook voor het onderwijs in achterstandssituaties is het stimuleren van de intellectuele en cognitieve ontwikkeling van de leerlingen een belangrijke doelstelling.
6. Een geringe motivatie en een zwakke subjectieve competentie worden te vaak beschouwd als oorzaak en te weinig als gevolg van slechte leerprestaties.
7. Het verdient aanbeveling om de algemene studielessen in het voortgezet onderwijs af te schaffen. In plaats daarvan moet binnen elk vak meer aandacht worden besteed aan het ontwikkelen van studievaardigheden.
8. Het stemt tot nadenken dat er in Nederland steeds meer gemeenschapsgelden worden besteed aan het bedenken, interpreteren, becommentariëren, uitvoeren en voorkomen van bezuinigingsoperaties.
9. Omroepen die het noodzakelijk achten zichzelf of hun programma's op radio en televisie aan te prijzen in plaats van aan te kondigen, dienen daarvoor gebruik te maken van de STER.
10. Dat de leerling in dit proefschrift steeds wordt aangeduid met 'hij', is niet alleen taalkundig, maar ook feitelijk juist.

Johan van der Sanden



In dit boek wordt onderwijs

de praktijkafdeling van het lager technisch onderwijs. Nagegaan is (a) welke taak-, leerling- en instructievariabelen van belang zijn bij het uitvoeren van praktijkopdrachten en (b) hoe deze variabelen onderling samenhangen. Aan de hand van de verkregen onderzoeksresultaten wordt ingegaan op de vraag hoe in het lager technisch onderwijs kan worden ingespeeld op verschillen tussen leerlingen.

SVO

Stichting voor Onderzoek van het Onderwijs
Pletterijkade 50
2515 SH Den Haag
Telefoon 070-824321